



# III CONGRESO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos  
Universidad Politécnica de Madrid**

**Madrid, 5 y 6 de mayo de 2010**



## **COMITÉ ORGANIZADOR**

### **Presidenta**

Pilar García Rebollar

### **Secretaria**

M<sup>a</sup> Ángeles Pérez Cabal

### **Vocales**

Augusto Arce Martínez  
M<sup>a</sup> Jesús Callejo González  
Victoria Carbonell Padrino  
Carmen González Chamorro  
Rosario Haro Hidalgo  
Carlos G. Hernández Díaz-Ambrona  
Eva Iglesias Martínez  
M<sup>a</sup> Ángeles Mendiola Ubillos  
David Pereira Jerez  
M<sup>a</sup> Jesús Villamide Díaz

### **Estudiantes**

Alejandra de Vega Téllez  
M<sup>a</sup> Puerto Soria Ramírez  
Álvaro Gili Pozo  
Raquel de Paz del Río  
Carlos Romero Martín  
Cristina García Martínez de Morentín





## Editorial

Celebramos una nueva edición del Congreso de estudiantes universitarios “más famoso” de la Universidad Politécnica de Madrid.

Nos complace observar que año tras año hay estudiantes y profesores que se animan a participar por primera vez, pero que además hay otros que son fieles participantes desde la primera edición. Esto nos lleva a pensar que esta actividad está asentándose como una opción más que puede completar la formación del estudiante universitario.

Desde un principio este Congreso se organizó para y por los estudiantes, por eso este año han colaborado activamente formando parte del Comité Organizador. Ellos son los que se han encargado de fomentar la participación entre sus compañeros contando su propia experiencia en las aulas, han contribuido con sus opiniones en todas las decisiones tomadas y en multitud de tareas, desde la gestión del correo electrónico hasta la maquetación de este Libro de Actas.

Este año se ha incorporado un proceso de revisión más exhaustivo de los 57 trabajos presentados con el fin de enriquecerlos. De esta forma, hemos pretendido que el estudiante reflexione sobre las propuestas o correcciones que el revisor le ha comentado para mejorar y hacer más cercano el contenido de su trabajo a sus compañeros.

“Aprender sin reflexionar es malgastar la energía”

(Confucio)

Una vez más, agradecemos la colaboración de Fundación Premio Arce, NANTA S.A., la Comunidad de Madrid, Nutreco, Danisco, CEIGRAM, Eumedia y la Editorial Agrícola, como patrocinadores de este evento. Nuestro agradecimiento a todos los moderadores, que han aceptado participar gustosamente, así como a todos los profesores y estudiantes, becarios y voluntarios, del Comité Organizador por su ayuda en la realización de este Congreso.

**Pilar García Rebollar y M<sup>a</sup> Ángeles Pérez Cabal**



# Índice de trabajos

## SESION C1

EFFECTO DEL EXTRACTO DE AJO SOBRE EL CRECIMIENTO Y BIENESTAR EN TILAPIA DEL NILO ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	7
EL CICLO REPRODUCTIVO DE LA CERDA .....	11
ESTRATEGIAS DE MUESTREO CON HERRAMIENTAS SIG PARA LA CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i> DE GERMOPLASMA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS: EL GÉNERO <i>MENTHA</i> L. (LAMIACEAE) COMO CASO DE ESTUDIO .....	15
EL ALMENDRO: CONFUSIÓN NOMENCLATORIAL Y PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO EN ESPAÑA.....	19
ANÁLISIS DEL SEGURO ESPAÑOL INDEXADO DE SEQUÍA EN PASTOS .....	23
BIOCOMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN .....	27
EFFECTOS DE LAS ÚLTIMAS REFORMAS DE LA PAC EN ESPAÑA .....	31

## SESIÓN C2

EL FENOMENO EL NIÑO Y LA PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL SUR DE BRASIL.....	37
MEJORA DE GANADO VACUNO EN GALICIA .....	41
EVOLUCIÓN DE LOS MONITORES DE RENDIMIENTO Y TERMINALES VIRTUALES EN MAQUINARIA AGRICOLA .....	45
EL OLMO DE MONTAÑA EN LA COMUNIDAD DE MADRID .....	49
LA ROBÓTICA COMO HERRAMIENTA DE LOS NUEVOS PROFESIONALES AGRARIOS .....	53
CULTIVO DE MERISTEMOS DE VINCA .....	57
BIODIVERSIDAD DE LAS PRADERAS DEL JARDÍN DE LA ETSIA.....	61

## SESIÓN C3

ESTUDIO DE LA VIABILIDAD Y PESO DE LA CAMADA, DESDE SU NACIMIENTO HASTA EL DESTETE, EN CONEJAS SUPLEMENTADAS CON PROPILENGLICOL EN EL AGUA DE BEBIDA.....	67
VALORACIÓN POR EL CONSUMIDOR ESPAÑOL DE INNOVACIONES SOBRE ALIMENTOS TRADICIONALES: APLICACIÓN SOBRE JAMÓN SERRANO.....	71
MODELO BIOECONÓMICO PARA LA MEJORA GENÉTICA EN LA RAZA RASA ARAGONESA .....	75
LA HUELLA DE LAS TICS EN EL MEDIO AMBIENTE .....	79
VERTIDO DE AZNALCÓLLAR: CAUSAS, CONSECUENCIAS Y SITUACIÓN ACTUAL .....	83
CALIDAD HARINO PANADERA DE LA HARINA DE TEFF ( <i>Eragrostis teff</i> (Zucc.) Trotter) .....	87
PROYECTO LOVET (LEONARDO ORGANIC VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING) INTERACCIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD Y EL SECTOR PRODUCTIVO ECOLÓGICO .....	91

## SESIÓN C4

ENSAYO PRELIMINAR PARA OPTIMIZAR LA INCORPORACIÓN DE SEPIOLITA “SPLF” EN ALIMENTACIÓN LÍQUIDA PARA CERDOS.....	97
ANÁLISIS COMPARATIVO DE BRADYRHIZOBIA AISLADOS DE <i>Lupinus angustifolius</i> L. Y <i>Lupinus mariae-josephi</i> .....	101

EL CHAYOTE ( <i>Sechium edule</i> (Jacq.) SW), UNA PLANTA DE INTERÉS AGROALIMENTARIO.....	105
IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS: APLICACIONES DE MODELOS REGIONALES DE CLIMA A ESPAÑA.....	109
¡APRENDE FÍSICA CON SIMULACIONES! Y OTRAS RAMAS DE LA INGENIERÍA AGRONÓMICA .....	113
PROPUESTA DE MEJORA PAISAJÍSTICA PARA UN SECTOR DEL PARQUE “ENRIQUE TIERNO GALVÁN” EN MADRID.....	117

## SESIÓN P1

CULTIVO DE AZAFRÁN ( <i>Crocus sativus</i> L.) CON ILUMINACIÓN CONTROLADA, MEDIANTE LEDs, EN SISTEMA HIDROPÓNICO RECIRCULANTE, SIN SUSTRATO .....	123
VIABILIDAD DURANTE EL ALMACENADO DE SEMILLAS DE ESPECIES SILVESTRES ESPAÑOLAS ...	127
CAPRINO LECHERO: CONVENCIONAL VS. ECOLÓGICO .....	131
ESTUDIO DE DIVERSIDAD ORNITOLOGICA DE LA LAGUNA DE “EL CAMPILLO” .....	135
BIENESTAR EN LA ESTABULACION PORCINA .....	139
UTILIZACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EXTRAÍDOS DE PLANTAS EN LA ESTABILIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE MANZANA PRECORTADA REFRIGERADA .....	143
IMPORTANCIA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA NUTRICIÓN DE PECES.....	147
UTILIZACIÓN DE LEVADURAS INEFICIENTES DEL GÉNERO <i>SACCHAROMYCES</i> EN LA OBTENCIÓN DE VINOS CON MENOR GRADUACIÓN ALCOHÓLICA.....	151
GESTACIÓN Y PARTO EN LA CERDA.....	155
VARIABILIDAD GENÉTICA DE LAS POBLACIONES DE <i>Ulmus glabra</i> HUDSON DEL SISTEMA CENTRAL .....	159
ESTUDIO DE LA TÉCNICA “DROPLET” EN LA CRIOCONSERVACIÓN DE MENTHA SPP.....	163
¿LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE LAS CONEJAS NULÍPARAS INFLUYE EN LA PROLIFICIDAD A SU PRIMER PARTO? .....	167
¿QUÉ TIENEN EN COMÚN MANZANAS Y PECES?.....	171
ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO DE LA SECUENCIA DEL GENOMA DE <i>Rhizobium leguminosarum</i> : IDENTIFICACION DE SISTEMAS GÉNICOS IMPLICADOS EN TRANSPORTE DE METALES .....	175
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: REPERCUSIONES ECONÓMICAS Y ZOOTÉCNICAS DE LA DIRECTIVA DE LA UE 1999/74/EC EN LA AVICULTURA DE PUESTA.....	179

## SESIÓN P2

EFFECTO DE VITAMINA E NATURAL SOBRE EL CRECIMIENTO, BIENESTAR Y CALIDAD DE LA CARNE EN TILAPIA DEL NILO ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	185
¿SÁBES LO QUE COMES?.....	189
CARGADORAS DE PACAS: CARGADORA TELESCÓPICA FRENTE A TRACTOR CON CARGADOR FRONTAL.....	193
UTILIZACIÓN DE INHIBIDORES METABÓLICOS PARA CONSEGUIR DESVIACIONES GLICOLÍTICAS EN LEVADURAS QUE PERMITAN LA REDUCCIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO EN VINOS DE ZONAS AFECTADAS POR CAMBIO CLIMÁTICO.....	197
EL GANADO OVINO EN PRODUCCION ECOLOGICA .....	201
UTILIZACIÓN DE UN SECADERO SOLAR EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE PAPAYA ( <i>Carica papaya</i> L.) .....	205
DESTILACIÓN Y AROMATIZACIÓN DIRECTA DE BEBIDAS ESPERITUOSAS A PARTIR DEL VINO .....	209

ESTUDIO DE LA CADENA DE INTERNACIONAL DE PORCINO ENTRE ESPAÑA Y CHINA .....	213
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AZÚCAR EN MIELES MEDIANTE EL REFRACTÓMETRO.	
¿EXISTE ENGAÑO? .....	217
¡NO MEZCLES CHURRAS CON MERINAS!.....	221
EVOLUCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN REGIONAL PARA EL DESARROLLO EN CHINA: LECCIONES DE EXPERIENCIA PARA AFRONTAR EL SIGLO XXI .....	225
LA SOSTENIBILIDAD DEL REGADIO: PASADO, PRESENTE Y PERSPECTIVAS DE FUTURO.....	229
Envejecimiento acelerado en semillas de BRASSICACEAE .....	233
ANÁLISIS DE FLUCTUACIÓN TÉRMICA Y PERSPECTIVAS EN VESTIMENTA INTELIGENTE .....	237
RAZAS BOVINAS MORENAS GALLEGAS .....	241





## **SESIÓN C1**





## EFFECTO DEL EXTRACTO DE AJO SOBRE EL CRECIMIENTO Y BIENESTAR EN TILAPIA DEL NILO (*Oreochromis niloticus*)

Formoso-Rafferty, Nora <sup>1</sup>; Vásquez, Lucena <sup>1,2</sup>; López, Javier <sup>1</sup>

Tutor: Villarroel, Morris <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia

Correo electrónico: javier.lopezl@upm.es

### RESUMEN

El ajo es actualmente una alternativa al uso de antibióticos para el control de enfermedades en los peces, gracias a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, aunque también se ha demostrado su capacidad como promotor del crecimiento en ciertas especies acuícolas.

Por todo ello, en este trabajo se evaluó el efecto del extracto de ajo y la respuesta al estrés sobre el crecimiento, niveles de indicadores plasmáticos de estrés y comportamiento en un total de 24 tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Se realizaron 4 tratamientos: pienso control, pienso control sometiendo a un estrés moderado a los animales, pienso con ajo y pienso con ajo y estrés. Se observó una menor ganancia de peso en peces alimentados con pienso complementado con extracto de ajo, mientras que el aumento de los niveles de glucosa y cortisol en estos últimos fue menor que con el pienso control.

**Palabras clave:** ajo, estrés, tilapia

### INTRODUCCIÓN

El uso de inmunoestimulantes en acuicultura se ha generalizado frente a los antibióticos, que pueden presentar problemas de resistencias, residuos o contaminación del agua. Dentro de los primeros, el ajo es probablemente uno de los más conocidos. El uso de este producto se ha incrementado en los últimos años debido a sus múltiples efectos beneficiosos: mejora en los sistemas de defensa del organismo, protección frente a enfermedades y promotor del crecimiento en tilapia del Nilo (Diab *et al.*, 2002). Aunque hay diversos estudios que evalúan el efecto del ajo sobre el crecimiento en tilapia (Aly *et al.*, 2008), no está tan clara la influencia en los indicadores de estrés, especialmente en el cortisol o el comportamiento y tampoco sobre la calidad de agua, donde no hay estudios al respecto. El objetivo de este trabajo es determinar la influencia de la adición del extracto de ajo en un pienso comercial y un parámetro novedoso, el estrés por persecución (para evaluar el efecto del ajo sobre el estrés agudo) en el crecimiento, indicadores plasmáticos de estrés, comportamiento y calidad del agua en tilapia del Nilo.

### MATERIAL Y MÉTODOS

La prueba experimental de 51 días se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Veterinaria (UCM, Madrid), próximos a los Campos de Prácticas de la ETSI Agrónomos. Se dispuso de 24 machos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con un peso medio inicial de 210±52 g, distribuidos en 24 tanques de producción (1 pez por tanque) de PVC blanco translúcido de 120 l de capacidad, unidos dos a dos mediante un biofiltro. Se utilizó un pienso comercial suministrado por la empresa SKRETTING, con una frecuencia de alimentación de 3 comidas/día. El extracto de ajo (GARLICON) fue suministrado por PREBIA, y se adicionó al pienso mediante pulverización directa con agua a una concentración de 100 ppm. El estrés agudo se consiguió persiguiendo a los peces individualmente con una red durante 5 minutos un día a la semana. Para el diseño experimental se establecieron 4 tratamientos: pienso normal, pienso con ajo, estrés con



pienso normal y estrés con pienso con ajo. Al inicio y final de la prueba se pesaron y midieron los peces, calculando así las ganancias de peso, longitud, tasa de crecimiento específico TCE ( $\ln(\text{peso final}/\ln \text{peso inicial}) \times 100/\text{días}$ ), índice de conversión IC (consumo pienso/ganancia peso) e índice de eficiencia de la proteína PER (ganancia peso/consumo proteína). El pH, oxígeno y temperatura se midieron tres días a la semana. Se tomaron muestras de sangre de cada pez los días 1 y 51 de prueba, se mezclaron con heparina y se procedió a su centrifugación y separación del plasma. Finalmente se congelaron y enviaron para análisis de cortisol y glucosa en laboratorio. El comportamiento se analizó mediante un test open-field, que consiste en la observación de los peces individualmente durante 10 minutos, los días 25 y 51 de prueba, en un pequeño acuario dividido en 6 zonas y contando el número de veces que el pez cambiaba de zona.

Los datos de crecimiento se analizaron utilizando el procedimiento PROC MIXED del programa estadístico SAS (1990) utilizando el tanque como unidad experimental y un diseño completamente al azar con los tratamientos ordenados de forma factorial (2 tipos de pienso x 2 formas de estrés). Los resultados en los parámetros de calidad de agua y bienestar se analizaron con el procedimiento REPEATED MEASURES. Se estudiarán las diferencias estadísticas en los valores obtenidos para cada parámetro (ANOVA,  $p < 0.05$  y test LSD para la comparación de medias).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se optó por descartar 2 tanques para el análisis estadístico (tratamientos control y ajo+estrés) debido a la muerte de los peces por causas ajenas a los tratamientos. La interacción entre tratamientos (inclusión de ajo en la dieta y estrés por persecución) no fue significativa en ningún parámetro ( $P^*$ , ver Tabla 1), por lo que se analizó el efecto de los tratamientos por separado.

**Tabla 1. Resultados productivos de machos de tilapia del Nilo bajo la influencia del extracto de ajo en el pienso**

	Tratamiento				rsd	P pienso	P estrés	P*
	Pienso		Estrés					
	Control (n=11)	Ajo (n=12)	No (n=12)	Si (n=11)				
Peso inicial (g)	198,3	220,2	226,5	192,1	50,7	0,34	0,15	0,73
Ganancia peso (g)	70,3 <sup>a</sup>	55,6 <sup>b</sup>	73,1 <sup>a</sup>	52,7 <sup>b</sup>	12,4	0,024	0,005	0,20
Longitud inicial (cm)	21,8	22,7	22,9	21,6	2,0	0,33	0,17	0,88
Ganancia longitud (cm)	2,3	2,0	2,2	2,1	0,5	0,34	0,78	0,78
Consumo (g)	216,4	210,0	214,0	212,3	12,9	0,28	0,77	0,57
IC (g/ g)	3,26	4,05	3,08 <sup>b</sup>	4,23 <sup>a</sup>	0,70	0,089	0,0022	0,96
TCE (%/ día)	0,59 <sup>a</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,56	0,49	0,10	0,020	0,15	0,16
PER (g/ g)	0,99 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	1,03 <sup>a</sup>	0,75 <sup>b</sup>	0,18	0,048	0,0077	0,26

Al contrario de lo esperado, la suplementación con extracto de ajo no produjo ningún beneficio en los resultados productivos de las tilapias. Más aún, hay una mayor ganancia de peso, TCE y PER ( $p < 0.05$ ) y una clara tendencia a un mejor IC en el tratamiento control. Se ha demostrado que el ajo promueve el desarrollo de la flora intestinal, mejorando de esta manera la digestión y la utilización de la energía, lo que conlleva un mayor crecimiento (Khalil *et al.*, 2001). Aly *et al.* (2008) demostraron que estas mejoras se daban después de un largo período experimental en tilapia (hasta 8 meses), lo que puede demostrar los peores rendimientos del ajo en esta prueba (que se desarrolló durante 51 días). El nivel de inclusión puede ser así mismo un factor de gran importancia: Metwally (2009) obtuvo mejor crecimiento en tilapias de 20 g durante 3 meses a una concentración de 250 ppm. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que el ajo no afecta a los rendimientos productivos de cerdos (Horton *et al.*, 1991) o pollos (Freitas *et al.*, 2001). No ocurre así con la tilapia, donde por norma general se suelen registrar resultados positivos frente a la no inclusión de ajo (Diab *et al.*, 2002; Shalaby *et al.*, 2006).



**Tabla 2. Indicadores plasmáticos de estrés de machos de tilapia del Nilo bajo la influencia del extracto de ajo en el pienso**

	Fecha	Tratamiento				rsd	P pienso	P estrés	P pienso* fecha	P estrés* fecha
		Pienso		Estrés						
		Control (n=11)	Ajo (n=12)	No (n=12)	Si (n=11)					
Glucosa	1	33,19	39,61	34,27 <sup>c</sup>	38,52 <sup>bc</sup>	6,94	0,24	0,93	0,073	0,045
	51	43,41	41,99	44,99 <sup>a</sup>	40,41 <sup>ab</sup>					
Cortisol	1	93,90	104,66	89,75	108,88	2,49	0,80	0,21	0,081	0,57
	51	124,80	108,26	111,65	121,71					

Glucosa: mg/dl; cortisol: ng/ml

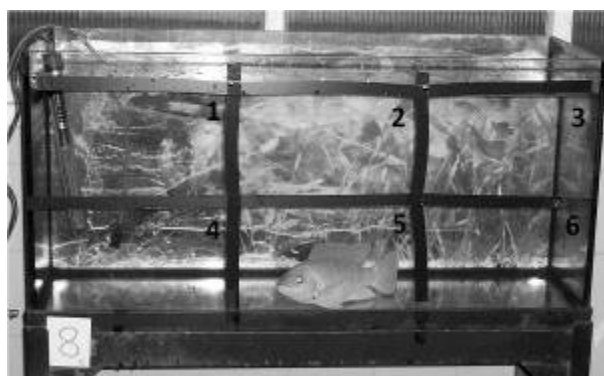
A pesar de que se han registrado reducciones del nivel de glucosa en peces alimentados con ajo (Sheela y Augusti, 1992), en esta prueba no se obtuvieron diferencias significativas (Tabla 2). De todas maneras, los niveles fueron bajos durante todo el período experimental, por lo que el efecto del ajo puede haber quedado enmascarado. Prueba de ello es que autores como Shalaby *et al.* (2006) y Metwally (2009), obtuvieron niveles por encima de 80 mg/100 ml, siendo estos valores significativamente inferiores a los tratamientos control sin ajo. De todas maneras, hay una tendencia ( $P=0,073$ ) a que el nivel de glucosa se mantenga sin variaciones entre el inicio y final de la prueba en peces alimentados con ajo, mientras que en peces control, este nivel aumentó claramente, al igual que sucede con el cortisol ( $P=0,081$ ).

**Tabla 3. Resultados del test open-field en machos de tilapia del Nilo bajo la influencia del extracto de ajo en el pienso**

		Tratamiento				rsd	P pienso	P estrés	P pienso* fecha	P estrés* fecha
		Pienso		Estrés						
Fecha		Control (n=11)	Ajo (n=12)	No (n=12)	Si (n=11)					
Cambios zona	1	23,9 <sup>ab</sup>	19,3 <sup>b</sup>	26,6	16,6	16,8	0,31	0,34	0,028	0,51
	51	19,6 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	30,7	27,4					

Estos datos avalan parcialmente los resultados del test open-field: éste se utiliza para evaluar el estrés midiendo el número de veces que el pez cambia de zona dentro de un recinto acotado (Desimone, 2009), entendiendo como un mayor estrés un mayor número de cambio entre zonas. Este test puede ser un indicador muy fiable como medida del bienestar del pez y ha sido ya utilizado previamente en otras especies a nivel de laboratorio. En esta prueba, los peces alimentados con ajo mostraron diferencias significativas entre el inicio y final del experimento, siendo menor el estrés (mayor número de movimientos) al final con el pienso complementado con ajo.

**Imagen 1. Acuario utilizado para el test open-field de comportamiento**



© Nora Formoso-Rafferty Castilla



## CONCLUSIONES

La inclusión de extracto de ajo no mostró efectos positivos sobre el crecimiento en tilapia del Nilo, registrándose incluso peores rendimientos que en el tratamiento control. Sin embargo, parece actuar sobre los niveles plasmáticos de estrés, evitando su aumento durante el período productivo.

Se recomienda aumentar el nivel de inclusión y prolongar el período experimental en base a estudios previos, especialmente en fases de engorde previo al sacrificio.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Francisco Berdejo su ayuda para la realización de esta prueba.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aly S.M., Abdel Atti N.M., Mohamed M.F. 2008. 8<sup>th</sup> International Symposium on Tilapia in Aquaculture. El Cairo, Egipto.
- Desimone G.A. 2009. Efecto de la fuente de aceite vegetal sobre la calidad de agua, producción y estrés en *Oreochromis niloticus* (tilapia del Nilo). Tesis de Grado, Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria.
- Diab A.S., El-Nagar G.O., Abd-El-Hady Y.M. 2002. Evaluation of *Nigella sativa* L (black seeds: baraka), *Allium sativum* (garlic) and BIOGEN as feed additives on growth performance and immunostimulants of *O. niloticus* fingerlings. Suez Canal Vet. Med. J.: 745-775.
- Freitas R., Fonseca J.B., Soares R.T., Rostagn H.S., Soares P.R. 2001. Utilization of garlic (*Allium sativum* L) as growth promoter of broilers. Rev. Bras. Zootec. 30:761-765.
- Horton G.M., Blethen D.B., Prasad B.M. 1991. The effect of garlic (*Allium sativum*) on feed palatability of horses and feed consumption, selected performance and blood parameters in sheep and swine. Can. J. Anim. Sci. 71: 607-610.
- Khalil R.H., Nadia B.M., Soliman K. 2001. Effects of Biogen and Levamisole Hcl on the immune response of cultured *Oreochromis niloticus* to *Aeromonas hydrophila* vaccine. Beni-Suef Vet. Med. J., Egypt, XI: 381-392.
- Metwally M.A.A. 2009. Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in Tilapia Nilotica (*Oreochromis niloticus*). World Journal of Fish and Marine Sciences 1: 56-64.
- Ndong D., Fall J. 2007. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). Document scientifique du CRODT. <http://hdl.handle.net/1834/1478>
- Shalaby A.M., Khattab Y.A., Abdel Rahman, A.M. 2006. Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). J. venom. Anim. Toxins Incl. Trop. Dis. 12: 172- 201.
- Sheela C.G., Augusti K.T. 1992. Antidiabetic effects of S-allyl cysteine sulphoxide isolated from garlic, *Allium sativum* Linn. Indian J. Exper. Biol. 30: 523.
- Statistical Analysis System Institute. 1990. SAS. User's Guide: Statistics. Version 6, 4th Edition. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.



## EL CICLO REPRODUCTIVO DE LA CERDA

Barragán, Alba; Hernández, Joany; Pérez, Sara

Tutor: Alvir, María R.

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: a.b.f@alumnos.upm.es, joany.hernandez.kong@alumnos.upm.es,  
sara.perez.ortiz@alumnos.upm.es*

### RESUMEN

La función reproductora de la cerda se engloba en el denominado ciclo estral, que constituye una serie de cambios en el aparato genital femenino inducidos por factores hormonales. Las etapas son proestro, estro, metaestro y diestro. El ciclo reproductivo se inicia en la pubertad cuando la hembra empieza a producir óvulos, aunque hasta la madurez sexual no desarrollará completamente la función reproductora. En el apareamiento se pretende que el mayor número de óvulos sean fecundados con éxito, siendo importante la correcta detección del celo y realizar el servicio en el momento adecuado. Una vez diagnosticada la preñez, es necesario el control de la hembra gestante, sobre todo a nivel nutricional, y prestar la adecuada atención en el momento del parto, que en ocasiones debe ser inducido. Para controlar la productividad es muy importante el buen manejo del tiempo de lactancia y el intervalo entre lactación y primer celo post-parto.

**Palabras clave:** cerda, ciclo estral, reproducción

### INTRODUCCIÓN

Las fases del ciclo reproductivo de la cerda, motivo de análisis en el presente trabajo, implican una serie de cambios anatómicos y fisiológicos con los que alcanza la madurez sexual y posibilita su cubrición.

Lograr una correcta detección del celo, mediante el empleo de técnicas de manejo adecuadas, favorece un aumento del índice de fertilidad y productividad de la explotación.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo extraído de la asignatura de Zootecnia I, Bloque de reproducción, y es una descripción de las partes de las que consta el ciclo reproductivo de la cerda.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### CICLO ESTRAL Y ETAPAS

**Definición:** El ciclo estral de la cerda (*Sus domesticus*) constituye una serie de cambios morfológicos y fisiológicos que se producen de forma regular en el aparato genital femenino y están inducidos por una serie de factores hormonales. Las etapas son:

- **Proestro o precelo:** (2-4 d) Etapa de maduración de los folículos. Comportamiento característico: Inquietud, intento de monta a sus compañeras, no permite ser montada, pérdida del apetito. Se produce una intensa vascularización del aparato genital (oviductos, útero, cuello uterino) y enrojecimiento y tumefacción de la vulva.
- **Estro o celo:** (2-3 d) Dehiscencia de los folículos y ovulación. Sólo si no existe gestación o lactación. Presenta reflejo de inmovilidad y vulva edematosa.
- **Eclosión folicular y liberación de los ovocitos:** 38-42 h después del inicio del estro.



- Metaestro o postcelo: (7-8 d) Desarrollo del cuerpo lúteo. Si hay gestación la progesterona  $P_4$  inhibe la fase folicular.
- Diestro: (6-9 d) Si no hay fecundación se inicia la preparación del siguiente ciclo, se produce la regresión del cuerpo lúteo y el inicio de la fase folicular.  
(Vietes, 1997)

## PUBERTAD Y MADUREZ SEXUAL

La pubertad es el momento en el cual las hembras comienzan a producir óvulos. Sin embargo no es aún apta para su producción comercial en la explotación.

La madurez sexual es el momento en el cual los animales púberes han alcanzado un desarrollo anatómico y fisiológico suficiente para poder llevar a cabo la función reproductora con mínimos riesgos para sí mismos y sus camadas. Se alcanza unos tres meses después de que aparezca la pubertad. En la hembra el número de óvulos liberados por celo aumenta desde la pubertad, por lo que a mayor número de celos antes de la cubrición natural o de la inseminación artificial (IA), mayor será la tasa de ovulación y mayor podrá ser el tamaño de la primera camada.

Hay ciertos factores que afectan a la edad de aparición de la pubertad, tales como: clima, genotipo, nutrición durante la crianza (la alimentación restringida retrasa la pubertad), contacto con un verraco (su introducción en un grupo de hembras jóvenes puede acelerar la aparición de la pubertad por la influencia a través de feromonas, sonido y contacto directo) y empleo de hormonas exógenas.

En ocasiones, las cerdas pueden presentar anestro (inactividad de los ovarios) por diversos motivos. El anestro verdadero suele deberse a infantilismo en los ovarios y/o tracto genital, hipoplasias o hermafroditismo. El anestro por “comportamiento” puede estar provocado por una alimentación deficiente, factores genéticos y estresantes, convivencia de machos y hembras o falta de luz natural.

## APAREAMIENTO Y FECUNDACIÓN

El objetivo del apareamiento es conseguir que se produzca la fecundación del mayor número posible de óvulos. Este proceso es bastante complejo y requiere gran precisión. Se debe llevar a cabo en unas condiciones ambientales adecuadas (manejo, instalaciones, nutrición, sanidad, etc.). Conseguir la cubrición de la cerda en el momento óptimo tiene gran importancia en la fecundidad y prolificidad. La correcta detección del celo y la realización de la cubrición o IA en el momento adecuado son fundamentales en el éxito reproductivo del rebaño. En el ganado porcino, se puede lograr una buena detección de celo únicamente mediante manejo. Los principales síntomas externos que mostrará la hembra son: congestión de la vulva con secreción oscura, nerviosismo, pérdida de apetito, salivación, gruñido característico, se dejan montar por otras cerdas, mamas acentuadas y manifiestan el “reflejo de inmovilidad”. El programa de detección de celo se basará en: una perfecta identificación y control del ciclo reproductivo de la cerda para conocer con antelación cuando entrará en celo será necesaria la observación de síntomas y/o utilización del verraco una o dos veces al día. Se debe disponer de suficiente tiempo para la realización de esta última tarea.

Al inicio y final del estro las cerdas sólo mostrarán el reflejo de inmovilidad en presencia del verraco, y en el punto más intenso del celo algunas también lo presentarán cuando se les aplique presión en el lomo aunque el verraco no esté presente. Por lo tanto es muy conveniente la presencia del verraco en la detección de celo se puede decir que es la mejor técnica para la identificación de hembras en celo.





**MOMENTO DE LA CUBRICIÓN:** La cubrición puede ser natural o por IA, siendo este último el método más extendido en las explotaciones porcinas, por lo que nos centraremos en esta técnica al hablar del momento de la cubrición. El objetivo es hacer coincidir el momento de la ovulación con el de madurez de los espermatozoides. Para optimizar los resultados reproductivos de la granja de porcino es fundamental identificar el momento de la ovulación. Así mismo hay que tener en cuenta que la vida útil de los óvulos y de los espermatozoides en el tracto genital de la cerda es un factor importante, sobre todo cuando se utilizan dosis de semen conservado o de baja concentración espermática. Si el servicio se realiza demasiado pronto o demasiado tarde, se producirá fecundación, aunque el número de óvulos fecundados será menor y la mortalidad embrionaria mayor, lo que resultará en una camada más pequeña de lo normal.

Debido a la gran dificultad de determinar el momento exacto óptimo para el servicio en la práctica se realiza la doble inseminación por celo, para aumentar el porcentaje de preñez. La detección de celos se hace por la mañana y por la tarde, y una vez detectado el celo la primera inseminación se realizará a las 24 horas y la segunda 12 horas después de la primera. Esta técnica ha sido comúnmente la más empleada, pero no la única.

**FECUNDACIÓN:** se produce en el tercio superior del oviducto, desde ahí los embriones migran hacia los cuernos uterinos, llegando hasta la porción terminal y fijándose allí. Hasta el momento de la fijación (tardan unos 25 días) los embriones se nutren de la secreción de las glándulas de la pared uterina. Durante toda esta etapa los embriones son muy frágiles y sensibles al estrés, por lo que la cerda debe ser tratada con especial cuidado.

**TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL:** La inseminación en la cerda es intrauterina. En primer lugar, se higieniza la zona de la vulva y el ano. Para realizar la inseminación se usa un catéter o una cánula de plástico que simula el pene del macho. El catéter o la cánula de plástico se introduce orientado hacia arriba para evitar el meato urinario y cuando llega al cuello del útero se rota para que se ajuste a las tuberosidades cervicales. Después de la ubicación se le adapta la bolsa con la dosis de semen y se deja fluir durante un tiempo de 7 a 12 minutos. Posteriormente se retira el catéter y la cerda debe permanecer en observación de 18 a 24 días por si reapareciese el celo (retorno de celo) (Gordon, 1997).

## GESTACIÓN Y PARTO

La gestación es el periodo en el cual tiene lugar el desarrollo embrionario y fetal. La duración promedio en la cerda es de 114 días con una fluctuación de 110 a 118 días.

Durante la gestación la hembra experimenta una mejora en los procesos de absorción de todos los nutrientes en el tubo digestivo (anabolismo gravídico). La preñez se visualiza en la cerda a partir del segundo mes de gestación, este hecho provoca que si no se logra la fecundación en el primer servicio, las hembras permanezcan improductivas un periodo relativamente largo. Los métodos para diagnosticar la preñez pueden ser biológicos (no retorno al celo), o por medio de ecógrafos.

Cuando se aproxime el momento del parto, la cerda presentará claros signos como contracciones abdominales, preparación del nido, inquietud creciente, expulsión de líquidos o sangre por la vulva, expulsión de meconio, movimientos con la cola, cambios de temperatura rectal, textura turgente de la ubre y disponibilidad de calostro. La duración normal del parto fluctúa entre 2 y 5 horas y el lapso normal entre el nacimiento de dos lechones varía de 0 a 56 minutos. La inquietud en algunas cerdas continúa durante la expulsión de los lechones, lo que expone a los lechones recién nacidos al riesgo de ser aplastados.



La sincronización de partos se requiere en la producción de grupos grandes y homogéneos de cerdas. Se puede llevar a cabo fácilmente mediante el destete, sin embargo a causa de la variabilidad de la duración de la gestación, esta sincronización se pierde hasta cierto punto en el parto. Por estas razones se ha intentado inducir el parto de forma artificial mediante la administración parenteral de prostaglandinas. (Vieites, 1997)

## LACTACIÓN

### INTERVALO DESTETE CUBRICIÓN FÉRTIL Y FERTILIDAD POST-DESTETE

Un parámetro importante a tener en cuenta para mejorar y aumentar la productividad en ganado porcino es el intervalo destete-cubrición fértil (IDCF). En España se sitúa en torno a 14 días de media. El IDCF es más corto en cerdas cruzadas que en puras, en múltiparas que en primíparas, se prolonga en pos-destetes de primavera-verano y cuando se desteta muy pronto o si la camada es muy grande. Los principales factores que inducen el aumento del IDCF son: lactaciones cortas que atrasan la involución uterina (durante el periodo de anestro de lactación el sistema reproductivo de las hembras se recupera para volver a ser funcional), ambiente inadecuado o mal controlado (puede producir estrés crónico en la cerda) y pérdida de peso excesiva durante la lactación. Las primíparas son más sensibles a los factores que aumentan el IDCF. Reducir el número de lechones o limitar el tiempo en contacto con la madre durante la última semana de la lactación, hacer que las cerdas primíparas amamenten camadas pequeñas y de poco peso homogeneizadas a partir del conjunto de camadas del lote de cerdas también puede reducir el IDCF y las pérdidas de peso.

La tasa de concepción tras destete depende del intervalo de aparición del celo. Cuando el celo aparece 4-5 días post-destete el porcentaje de cerdas que quedan gestantes es significativamente superior a cuando el celo se da 9-12 días post-destete. Las reservas nutricionales en el momento del parto y durante la lactación también influyen en gran medida en la fertilidad de las cerdas destetadas ya que pueden afectar al crecimiento de la camada y a la fertilidad en el primer celo post-destete.

## CONCLUSIONES

En general, podemos señalar, que cada parte del ciclo reproductivo de la cerda va a estar condicionado por multitud de variables. Un buen manejo nos permitirá controlar en la medida de lo posible los factores que afectan a la reproducción, y de esta manera conseguir unos buenos índices de fecundidad y prolificidad.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a M<sup>a</sup> Remedios Alvir, profesora de la asignatura de Zootecnia I por la ayuda prestada en las tareas de orientación y supervisión de éste trabajo. También agradecer a Raquel Téllez, compañera de este grupo, por su participación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buxadé, C. 1999. Producción porcina: Aspectos claves. Cap. III, pp.:129-175.  
Gordon, I. 1997. Reproducción controlada del cerdo. Cap. 6, pp.: 157- 172.  
Ramaekers, Peter J. L. 2004. "Piensos y estrategias de alimentación para conseguir cerdas de alta prolificidad"  
Vieites, C.M. 1997) Producción porcina: Estrategias para una actividad sustentable. Cap. V, pp.: 209-251.  
Weitze, K F. 2008. Detección del celo y momento de la inseminación en ganado porcino. Situación actual; Av. Tecnol. Porc. V (4).



## ESTRATEGIAS DE MUESTREO CON HERRAMIENTAS SIG PARA LA CONSERVACIÓN *EX SITU* DE GERMOPLASMA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS: EL GÉNERO *MENTHA* L. (LAMIACEAE) COMO CASO DE ESTUDIO

Rubio, María Luisa

Tutores: Martínez, Juan Bautista; Draper, David

Departamento de Biología Vegetal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico :ml.rubio@alumnos.upm.es

### RESUMEN

Se ha diseñado un método de muestreo eficaz para la optimización de la conservación de germoplasma basado en la heterogeneidad ambiental. Para ello se han utilizado Sistemas de Información Geográfica (SIG) y escogido el género *Mentha*, que cuenta con ocho especies (y varios híbridos) en la Península Ibérica y una amplia distribución geográfica en el territorio. A pesar de su amplia distribución, está escasamente representado en los bancos de germoplasma españoles. Este hecho resulta paradójico dada la importancia comercial de sus especies e híbridos como plantas aromáticas y medicinales. La metodología de trabajo implica el uso de herramientas SIG, partiendo de datos de presencia tomados de pliegos de herbario y georreferenciándolos a escala peninsular. Con la utilización de capas ambientales y focalizando en los ambientes más extremos para cada especie, con los discriminantes de temperatura, precipitación y altitud, se ha definido qué poblaciones de cada especie sería prioritario conservar. Esta aproximación pretende conseguir almacenar en los bancos de germoplasma la componente ambiental que generación tras generación puede ser incluida en el registro genético de dichas poblaciones.

**Palabras clave:** SIG, conservación, *Mentha*

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica (SIG) permiten examinar la relación entre patrones de distribución y factores ambientales; relación que según Martínez et al. (2006) constituiría la base para la gestión y conservación de la biodiversidad. Teniendo en cuenta el gran interés económico de la menta por sus aceites esenciales y sustancias antioxidantes, empleados en las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria, se ha usado una metodología similar a la utilizada por Jarvis et al. (2002) con cacahuete silvestre (*Arachis*, sect. *Arachis*), para diseñar estrategias de muestreo de los táxones silvestres en España del género *Mentha* (Lamiaceae). Los híbridos suponen el principal origen de cultivares comerciales y son frecuentes en el medio natural. Las especies emparentadas con cultivadas constituyen una fuente de genes en planes de mejora y obtención de nuevas variedades, y en los últimos años se ha impulsado su conservación *in situ* y *ex situ* (Maxted, 2008). Hasta ahora se consideraba que las colecciones serían representativas si cubrían toda el área de distribución o procedían de ambientes eco-geográficos distintos, asumiéndose la distancia geográfica como parámetro importante en la recolección de germoplasma. Pero nuevos trabajos señalan que quizá las diferencias ambientales, y no la distancia geográfica, puedan proporcionar mayor diversidad (Piñeiro et al., 2007); ya que los mismos grupos ambientales se pueden encontrar a distancias geográficas muy amplias, es factible suponer que en esos ambientes se podría hallar una mayor diversidad. Analizando los patrones espaciales, los SIG pueden contribuir a investigar los procesos que modelan los genomas y a conservar y usar la diversidad genética de la manera más eficaz y eficiente posible (Jarvis et al., 2005).



## MATERIAL Y MÉTODOS

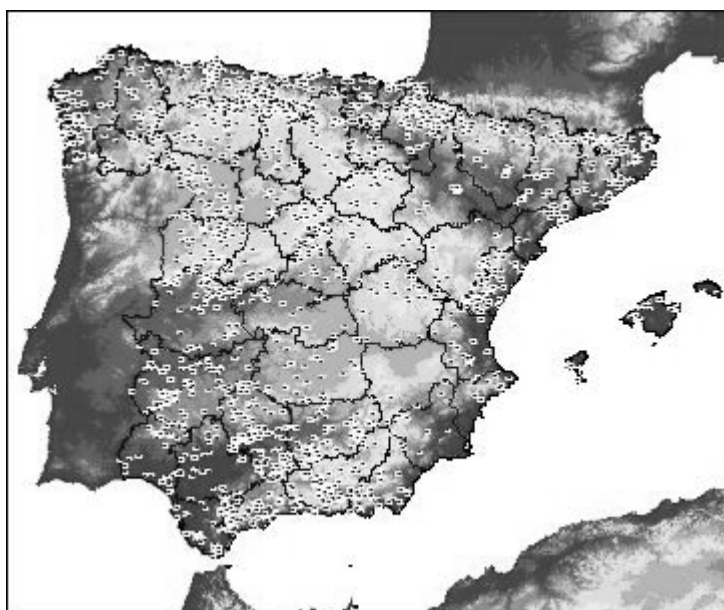
Los aproximadamente 4.200 registros correspondientes a pliegos de herbario de las 7 especies y 6 híbridos de *Mentha* de los que se obtuvieron datos de presencia en España peninsular, Islas Baleares, Ceuta y Melilla (Tabla 1) en el portal GBIF ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) se georreferenciaron con el *software* Geolocate ([www.museum.tulane.edu/geolocate](http://www.museum.tulane.edu/geolocate)).

**Tabla 1. Especies e híbridos del género *Mentha* estudiados**

Especies	Híbridos
<i>M. cervina</i> L.	<i>M. aquatica</i> x <i>M. arvensis</i>
<i>M. pulegium</i> L.	<i>M. aquatica</i> x <i>M. longifolia</i>
<i>M. aquatica</i> L.	<i>M. aquatica</i> x <i>M. spicata</i>
<i>M. arvensis</i> L.	<i>M. arvensis</i> x <i>M. suaveolens</i>
<i>M. longifolia</i> L.	<i>M. longifolia</i> x <i>M. suaveolens</i>
<i>M. suaveolens</i> Ehr.	<i>M. spicata</i> x <i>M. suaveolens</i>
<i>M. spicata</i> L.	

Se trató de acercar la situación de las presencias a lugares apropiados para la aparición de mentas. En los casos de georreferenciación histórica (asignación de coordenadas a registros que carecen de ellas a partir de la descripción de la localidad) es importante incluir las peculiaridades y hábitat de cada especie. Para analizar los datos (Fig. 1) se recurrió al *software* DIVA-GIS (versión 7.1.7) de análisis cartográfico diseñado para la gestión de recursos genéticos por parte de CGIAR (Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional). Con el objeto de identificar localidades con particularidades ambientales de especial interés y priorizarlas frente a otras, se recurrió a la identificación de datos aberrantes y la determinación de coberturas climáticas, extrayendo los datos climáticos de cada localidad.

**Figura 1. Distribución de los 4.200 registros de *Mentha* spp. después de su georreferenciación en España peninsular e Islas Baleares y tratados en DIVA-GIS.**



Considerando que las mentas prefieren sitios húmedos, cercanos a ríos, etc. (Morales, en prensa) y que por tanto las precipitaciones y los efectos de éstas pueden ser factores

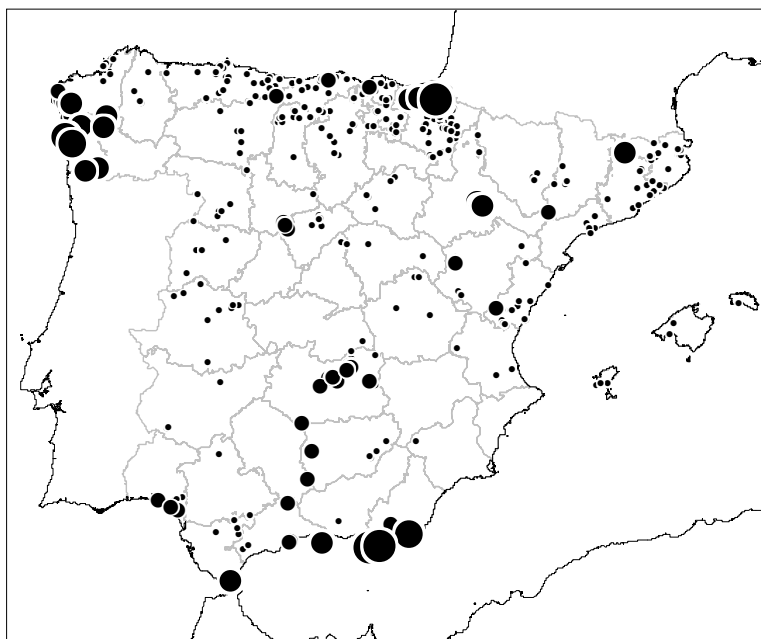


determinantes en su distribución, se utilizaron las variables siguientes ([www.wordclim.es](http://www.wordclim.es)): *rango de temperatura anual*, *precipitación del trimestre más húmedo*, *precipitación del trimestre más seco*, *precipitación del trimestre más cálido* y *precipitación del trimestre más frío*. Se eligieron las localidades extremas sobre la base del umbral del percentil 0,025, basado en la distribución normal de cada especie sobre cada variable. Se categorizaron las localidades en función del número de veces que cada localidad estaba fuera de una de las variables estudiadas. Al considerarse solo 5 variables se obtuvo un rango de población extrema que oscila desde 0 hasta 5.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se eligieron las localidades con ambientes más extremos para cada taxon (en la Figura 2 se ilustra el caso de *M. aquatica* donde se identifica la importancia de recolectar en Galicia, Almería y Navarra), donde las circunstancias ambientales quedan fuera de los rangos medios al comparar cada par de variables, siendo todas ellas determinantes en la distribución. Sin embargo, no conviene descartar el resto de localidades, ya que de acuerdo con del Río et al. (2001) algunos factores ambientales pueden predecir significativamente la diversidad de una especie (*Solanum fendleri*) pero no la de otra (*S. jamesii*). Se debe tener en cuenta que para aquellas especies o híbridos cuya presencia se conociera en una o muy pocas localidades, este estudio ambiental no tendría cabida, ya que habrían de ser muestreadas todas esas localidades de acuerdo con un criterio de hábitat restringido, como sucede en el caso de *M. aquatica* x *M. longifolia*, *M. aquatica* x *M. suaveolens* y *M. spicata* x *M. suaveolens*.

**Figura 2. Localidades de *M. aquatica* en España peninsular e Islas Baleares (el diámetro de los puntos es proporcional al número de variables fuera de rango)**

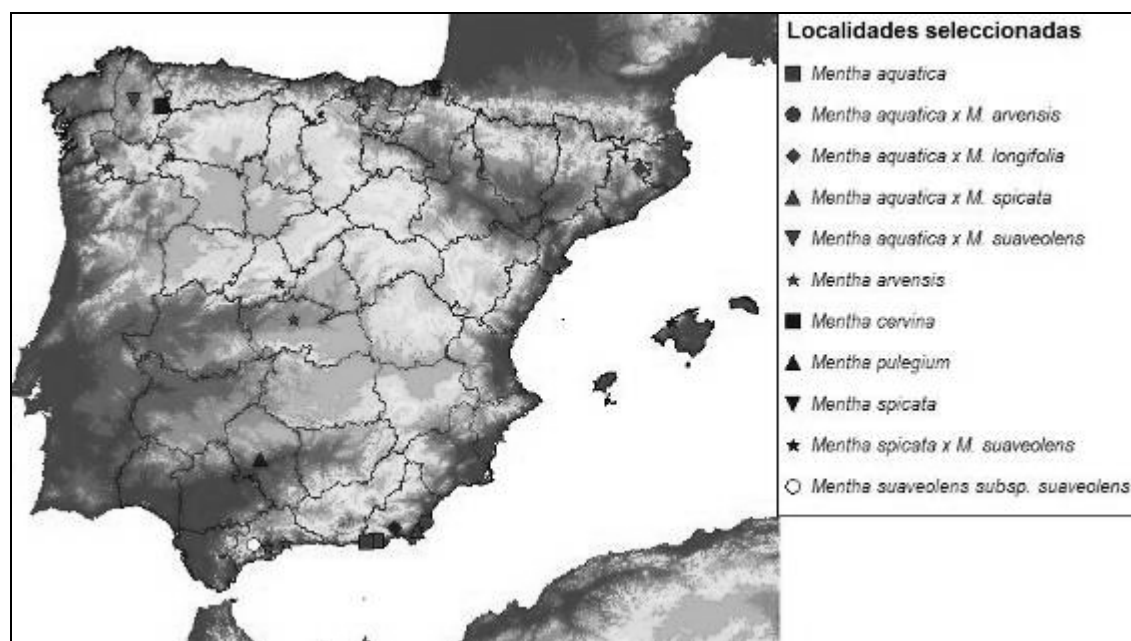


Las especies cuyas distribuciones se ven afectadas por un mayor número de variables fuera de rango son *M. aquatica* y *M. pulegium*, presentando cada una de ellas varias localidades en rango de población extrema de valor 5. El resto de especies e híbridos presentan varias localidades con rangos de población extrema entre 0 y 4, destacándose *M. suaveolens* y *M. longifolia*, ya que son las únicas que alcanzan el máximo valor para estos rangos. Los resultados obtenidos en la elección de las localidades prioritarias para la recolección de cada taxon se ilustran en la Figura 3. Se constata también la



importancia de recolectar en la provincia de Almería ya que al menos cuatro taxones (*M. suaveolens*, *M. aquatica* x *M. arvensis*, *M. aquatica* x *M. spicata* y *M. longifolia* x *M. suaveolens*) presentan poblaciones en esta provincia y todas ellas fuera de los rangos esperados para dichas especies. A su vez se observa que muestreando también la comunidad autónoma de Galicia, conseguimos incrementar con más tres taxones el total de especies. Otras provincias de interés serían Málaga, Granada, Córdoba y Gerona, para completar la recolección con las especies *M. cervina*, *M. spicata* y *M. arvensis*.

**Figura 3. Síntesis de las localidades ambientalmente extremas para cada taxon del género *Mentha* en la Península Ibérica**



## CONCLUSIONES

De acuerdo con la bibliografía y siguiendo las nuevas corrientes de recolección de germoplasma, la priorización de localidades según un criterio ambiental, debe cubrir mejor la diversidad genética recolectada frente a los métodos tradicionales basados en distancias geográficas entre poblaciones. Con este diseño se pretende organizar y ejecutar recolecciones de germoplasma optimizando los recursos humanos y económicos disponibles a la vez que se incrementa la calidad del conjunto de muestras recolectadas.

## AGRADECIMIENTOS

A María Martín del Puerto, por la georreferenciación de parte de los datos y por permitirme usarlos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Del Río, A. H.; Bamberg, J. B.; Huaman, Z.; Salas, A.; Vega, S. E. (2001). Crop Science, 41: 870-878.  
Jarvis, A.; Guarino, L.; Williams, D.; Williams, K.; Vargas, I.; Hyman, G. (2002). Plant Genetic Resources Newsletter, 131: 28-34.  
Jarvis, A.; Yeaman, S.; Guarino, L.; Tohme, J. (2005). Methods in Enzimology, 395: 279-298.  
Martínez, I.; Carreño, F.; Escudero, A.; Rubio, A. (2006). Biological Conservation, 133: 500-511.  
Maxted N. (2008) (ed.) Crop wild relative conservation and use. CABI, 682 pp.  
Morales, R. (en prensa) Flora Iberica, vol. 12.  
Piñeiro, R.; Fuertes Aguilar, J.; Draper Munt, D.; Nieto Feliner, G. (2007). Molecular Ecology 16: 2155-2171.

www.gbif.org  
www.museum.tulane.edu/geolote  
www.wordclim.es



## EL ALMENDRO: CONFUSIÓN NOMENCLATORIAL Y PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO EN ESPAÑA

Rodríguez, Isabel; Carrascosa, Marina

Tutores: Mendiola, M<sup>a</sup> Ángeles<sup>1</sup>; Martínez, Juan Bautista<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal  
E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.  
Correo electrónico: isabel.rodriguez@upm.es; mcarrascosa@alumnos.upm.es

### RESUMEN

Desde hace bastante tiempo persiste una gran confusión a la hora de nombrar botánicamente al almendro, una especie que se puede encontrar en la bibliografía, incluso en la más actual, con distintas denominaciones: *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb, *P. amygdalus* Batsch, *P. communis* (L.) Archang. o incluso *Amygdalus communis* L. La revisión bibliográfica realizada ha mostrado sin embargo que, ya en 1967, y siguiendo las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica, se propuso *P. dulcis* (Miller) D. A. Webb como binomio correcto. Respecto a la situación del cultivo, resulta llamativa la comparación entre Estados Unidos y España, los principales productores mundiales. En Estados Unidos se dedica al cultivo del almendro una superficie equivalente aproximadamente a un tercio de la que se dedica en España; sin embargo, su producción triplica a la española. El moderno y tecnificado modelo productivo estadounidense permite obtener rendimientos muy superiores a los españoles. En España es un cultivo en gran parte marginal, típicamente de secano, cultivado en suelos pobres, con elecciones varietales poco apropiadas y muchas plantaciones envejecidas.

**Palabras clave:** almendro, *Prunus dulcis*, problemática

### NOMENCLATURA BOTÁNICA

El almendro, al igual que otras muchas especies de importancia económica en la fruticultura de zonas templadas, pertenece a la familia Rosaceae y, dentro de ésta al género *Prunus*, o bien al género *Amygdalus* si, como prefieren algunos autores, se admite la división de *Prunus* en varios géneros (López González, 2001). En este último caso su nombre científico es *Amygdalus communis* L., y así lo llaman Vavilov (1930), Browicz (1974) y Grasselly (1976). La separación de *Amygdalus* está basada en el especial comportamiento del mesocarpo de su drupa, que se marchita y se abre en la madurez, dejando ver la superficie del endocarpo. Dentro del género *Prunus*, sin embargo, se pueden encontrar en la bibliografía, incluso en la más actual, distintas denominaciones para el almendro: *Prunus dulcis*, *P. amygdalus* y *P. communis*. El epíteto *dulcis* se debe a Miller (1768) pero durante dos siglos solo se empleó en la combinación original, *Amygdalus dulcis* Mill. (que sin embargo no tiene prioridad frente a *A. communis* L., publicada 15 años antes).

El nombre más antiguo dentro de *Prunus* es *P. amygdalus* Batsch, que se publicó en 1801. En 1882 se publicó, en el *Compendio della flora italiana*, la combinación *Prunus communis* (L.) Arcangeli, basada en el binomio original de Linné (*Amygdalus communis* L.) de 1753. Sin embargo, este nombre otorgado por Arcangeli resultó ilegítimo, ya que existía un homónimo anterior (de 1778), *P. communis* Hudson, que aunque es en realidad un sinónimo de *P. domestica* L. (el ciruelo), invalida el posible uso del binomio para cualquier otra especie. De acuerdo con las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica, que consagran la prioridad de publicación como uno de sus



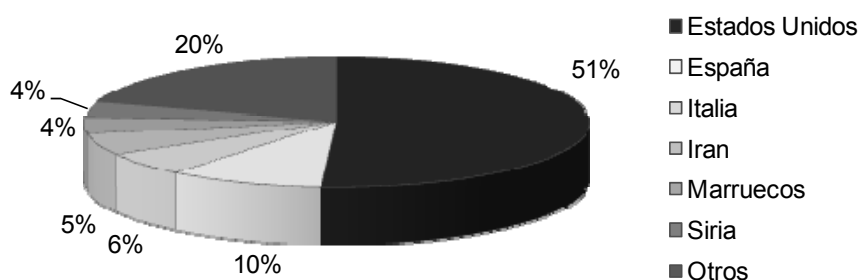
principios fundamentales, el nombre de una especie deberá ser, o basarse en el binomio más antiguo disponible. Como el epíteto del binomio más antiguo, *communis* (de *Amygdalus communis* L.), queda descartado (por dar lugar a una combinación ya “ocupada” por un homónimo anterior), se hizo necesario recurrir al siguiente binomio más antiguo, *A. dulcis* Mill., para combinar su epíteto bajo *Prunus*. Así es como en 1967 se llegó a la publicación de *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb (en la revista *Feddes Repertorium* vol. 74, p. 24), que de esta manera quedó consagrado como el nombre correcto del almendro, con *Amygdalus dulcis* Mill como su basiónimo. El nombre correcto del almendro, *P. dulcis* es el empleado en las últimas décadas en la literatura botánica, como es el caso de *Flora Europaea* (Tutin, 1968) y *Flora Iberica* (Blanca & Díaz de la Guardia, 1998) y el adoptado en obras rigurosas de carácter aplicado que mantienen la especie dentro de *Prunus*, como el sitio *Taxonomía de Plantas en Grin* (<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/index.pl>) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, y el tratado de Grasselly & Duval (1997). Según estos autores, el almendro puede hibridarse y dar descendencia fértil con albaricoqueros, ciruelos y especialmente melocotoneros, además de con numerosas especies silvestres del Asia Central y Occidental, como *P. webbii* (Spach) Vierh., *P. orientalis* Walp., *P. bucharica* (Korsh.) Hand.-Mazz., *P. spinosissima* Bunge) Franch., *P. kuramica* (Korsh.) Kitam. y *P. spartoides* (Spach) C. K. Schneid. Las hibridaciones naturales entre especies silvestres y cultivadas han dado lugar a un gran número de cultivares. Actualmente se cultivan más de 1.000 variedades en el mundo, lo que hace muy difícil realizar clasificaciones pomológicas sistemáticas de la especie. Se han descrito, no obstante, numerosas variedades, como la var. *dulcis* (la más frecuente, con almendras dulces), la var. *amara* (L. ex C. F. Ludw.) Buchheim (con almendra amarga) y la var. *fragilis* (Borkh. ex Focke) Buchheim (Blanca & Díaz de la Guardia, 1998), pero no parece que éstas hayan sido elevadas nunca al rango subespecífico como afirma Madueño (citado por Muncharaz, 2004).

## PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO EN ESPAÑA

La producción mundial de almendra en grano se ha situado en los últimos años entre las 400.000 y las 500.000 t de producto. En las últimas décadas esta producción ha estado claramente liderada por Estados Unidos, y más concretamente por el estado de California. En la campaña de 2007, Estados Unidos produjo más del 50% del total mundial de almendra con cáscara (Figura 1).

Figura 1. Distribución de la producción mundial de almendra en la campaña 2007.

Fuente: <http://faostat.fao.org> (2009)







La superficie de almendro cultivada en todo el mundo se sitúa en torno a 1.634.000 ha. El país que más superficie destina al cultivo del almendro es España, con cerca de 600.000 ha, seguida de Estados Unidos, con algo menos de 200.000 ha. Como se puede ver, Estados Unidos, con aproximadamente un tercio de la superficie dedicada al almendro de España, triplica sus producciones. Las plantaciones de almendro de los países mediterráneos y en concreto de España, se caracterizan por sus bajos rendimientos. A continuación se analizan las principales causas del bajo rendimiento productivo del almendro en España.

En primer lugar, el almendro es un cultivo típico de zonas marginales, donde se cultiva de manera complementaria y no en grandes plantaciones regulares (Muncharaz, 2004). La mayoría de los agricultores prefieren obtener bajas producciones de almendra antes que desaprovechar una zona de terreno sin cultivo, por lo que optan por plantar o mantener ejemplares aislados o en pequeñas agrupaciones, en terrenos en pendiente muy poco adecuados y difícilmente mecanizables, o en suelos pobres, secos y sin riego, lo que ocasiona estrés hídrico a los árboles cada año. Existe además un alto envejecimiento de las plantaciones, estando la mayoría descuidadas, sin abonar y sin una poda de formación apropiada ni, en general, adecuada a las necesidades varietales (Felipe, 2000). En la Imagen 1 se muestran tres ejemplares de almendro con diferentes portes, según su cuidado.

**Imagen 1. Diferentes ejemplares de almendro:** a, almendro bien formado, con copa equilibrada y en plantación regular; b, almendro diseminado, plantado en una zona marginal y con porte asimétrico y c, almendro aislado plantado en un lindero entre dos fincas.

**a****b****c**

En España existe además una gran heterogeneidad varietal, con falta de variedades seleccionadas (Muncharaz, 2004). Además, las variedades cultivadas son autoincompatibles o autoestériles, por lo que resulta indispensable la polinización cruzada para producir cosecha. La floración de muchos de los cultivares españoles suele ser bastante precoz y el cultivo es por tanto altamente sensible a las frecuentes heladas primaverales, lo que ocasiona grandes pérdidas de producción. Generalmente se mantiene también un inadecuado estado sanitario de las plantaciones, de manera que se producen ataques sistemáticos de diversos parásitos y enfermedades sobre el cultivo (Felipe, 2000). Por todo ello es necesario recomendar posibles soluciones para incrementar los rendimientos de las plantaciones españolas de almendro, que se comentan a continuación:



Se deben mejorar las técnicas de cultivo, abonando las plantaciones y fijando marcos de plantación regulares y adecuados para evitar altas densidades. Actualmente se emplean marcos de 7x4 hasta 7x7 metros, con densidades de 200 almendros/ha, para una correcta iluminación y aireación. Se debe adecuar la densidad de plantación a la variedad cultivada, el patrón, el tipo de recolección y nivel de mecanización, dependiendo de si se trata de una plantación de secano o de regadío (Muncharaz, 2004). Además, es imprescindible la potenciación del cultivo en regadío en zonas productoras como Alicante, Murcia y Valencia, en las que las temperaturas a lo largo del año son elevadas. Se debe evitar el cultivo en zonas marginales, de manera que las plantaciones de almendros se puedan beneficiar de mejores condiciones edafoclimáticas, y las plantaciones regulares permitan una mayor tecnificación y mecanización del cultivo. Por otra parte, habría que fomentar el cultivo de variedades autofértiles, o realizar un buen diseño de las plantaciones con polinizadores, y mejorar y adecuar los patrones a las condiciones del cultivo. La variedad 'Marcona', pese a ser autoincompatible es la más plantada en España y probablemente la única rentable, por lo que el diseño de los polinizadores hay que tenerlo muy en cuenta (Felipe, 2000). También sería interesante potenciar la comercialización de la almendra española. La buena presentación comercial de la almendra californiana, clasificada por tamaños y con formas muy homogéneas, sitúa en clara desventaja competitiva a la almendra española, por lo que se debería homogeneizar y tipificar la oferta comercial. Las variedades cultivadas en España como 'Marcona' o 'Desmayo Largueta', poseen una estupenda calidad organoléptica (Felipe, 2000), por lo que no se debería desaprovechar esta cualidad y habría que intentar que la almendra llegue de una forma más atractiva y económicamente rentable al consumidor final.

## CONCLUSIONES

El almendro, desde mediados del siglo XVI, cuando fue clasificado por Linneo, hasta nuestros días, ha sido nombrado con cinco binomios latinos distintos. Esto ha ocasionado y ocasiona numerosos y continuos problemas taxonómicos. A pesar de que en la bibliografía, incluso en la más actual, se puede encontrar el almendro con distintas denominaciones, el binomio correcto para nombrar botánicamente al almendro (dentro del género *Prunus*) es *Prunus dulcis* (Miller) D. A. Webb, mientras que *P. amygdalus* Batsch y *P. communis* (L.) Archangeli quedan reducidos a la sinonimia. Bajo el género *Amygdalus* su nombre correcto es *A. communis* L.

España ocupa el primer lugar a escala mundial en superficie cultivada de almendro, sin embargo, Estados Unidos triplica las producciones españolas. Hay que proponer posibles soluciones ante la situación de marginalidad y descuido de su cultivo en España para lograr incrementar los rendimientos. Se debe hacer un buen diseño de plantación, incluyendo polinizadores, u optar por el cultivo de variedades autofértiles, mejorar las técnicas de cultivo, potenciar las plantaciones modernas y en regadío, evitar el cultivo en zonas marginales y potenciar la comercialización de la almendra española a escala nacional e internacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Blanca, G., Díaz de la Guardia, C. 1998. En Muñoz, F., Navarro, C. Vol. VI: 444-466. Madrid, Real Jardín Botánico-CSIC. 592 p.
- Browicz, K. 1974. Istanbul Univ., Yainlari No. 209. pp 239-255.
- Felipe, A. J. 2000. Ed. Mira, Madrid. 461 p.
- Grasselly, C. 1976. Ciheam. pp 28-44.
- Grasselly, C., Duval, H. 1997. CTIFL, París.
- López, G. 2001. Vol. I. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 861 p.
- Madueño, M. (S.F.). ETSIngenieros Agrónomos. Madrid.
- Miller, P. 1768. Ed. Francis Rivington. London.
- Muncharaz, M. 2004. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 414 p.
- Tutin, T.G. 1968. Vol. 2. Cambridge University Press. 486 p.
- Vavilov, N.I. 1930. International Horticultural Congress. London. pp 271-286.



## ANÁLISIS DEL SEGURO ESPAÑOL INDEXADO DE SEQUÍA EN PASTOS

Báez, Karen

Tutor: Iglesias, Eva

<sup>1</sup>Departamento de Economía y CC. Sociales Agrarias. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid  
Correo electrónico: karen.baez.barraza@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El seguro indexado es un instrumento de gestión de riesgos en el cual las estimaciones de pérdidas están basadas en un índice, meteorológico u obtenido a partir de imágenes satélite, que está altamente correlacionado con los resultados de la explotación. Entre sus ventajas, destacan la reducción del riesgo moral y selección adversa, los requisitos simples de información y la eliminación del costo de peritaje.

Las ventajas que parece ofrecer este tipo de seguro, ha generado notables expectativas en distintas instituciones internacionales como FAO y Banco Mundial. Sin embargo, las experiencias que existen son escasas y recientes. El caso español del seguro de sequía en pastos supone una experiencia pionera en el desarrollo y aplicación de un seguro basado en un índice de vegetación obtenido a partir de imágenes satélite. Esta experiencia permite analizar los puntos críticos en el diseño e implementación del contrato indexado y, extraer lecciones que sean aplicables a otros contextos y países.

**Palabras clave:** Seguro indexado, pastos

### INTRODUCCIÓN

El seguro indexado es un instrumento de gestión de riesgos que establece indemnizaciones de acuerdo con la evolución de un índice, altamente correlacionado con los resultados de la explotación y que, por tanto, no perita de forma directa la pérdida individual del asegurado (Barnett, 2004; Deng et al 2008).

Dado el potencial que el seguro indexado puede tener como herramienta de gestión frente a riesgos covariados amplios, como son las sequías, ha sido señalado en el marco de los nuevos instrumentos de gestión y transferencias de riesgo por distintas instituciones de desarrollo (Banco Mundial, 2008; FAO, 2005; OCDE, 2009).

El interés que levanta el seguro indexado en la gestión de riesgos agroclimáticos, se debe a sus ventajas, entre las cuales están los requerimientos simples de información, la eliminación de los costes de peritaje, la reducción del riesgo moral y selección adversa, los bajos costos de administración, la estructura estandarizada y transparente y la facilidad de reaseguro (Stoppa y Hess, 2003; Vedenov y Barnett. 2004; Skees, 2008).

El Banco Mundial (2008), señala que el seguro indexado es un instrumento innovador, que permite recibir una indemnización en eventos desencadenados por un índice públicamente observable y, señala su potencial para hacer frente a situaciones adversas que signifiquen fluctuaciones en los ingresos obtenidos por los pequeños agricultores.

La principal problemática de este tipo de seguro está relacionada con el riesgo base, que se refiere a la correlación imperfecta entre el índice y las pérdidas experimentadas por el asegurado (Barnett y Mahul, 2007; Xu et al, 2007; Deng et al, 2008), e implica que el instrumento no ofrezca una adecuada protección ante eventos adversos (Barnett, 2004).

Algunos autores señalan que si bien el seguro indexado presenta limitaciones (Senholz, 2009; Barnett, 2004; IRI, 2007; Ibarra y Skees, 2007) es la herramienta más adecuada de para cultivos que presentan dificultades en la medición de su rendimiento, como los pastos (Barnett, 2004, Rowley, 2002 y Zhou, 2007).



El seguro de sequía en pastos es un tipo de instrumento indexado, que desde el año 2001 forma parte del Sistema Español de Seguros Agrarios Combinados. Este seguro, compensa a los productores por el gasto en suplemento de alimentación debido a la falta de pastos en las explotaciones de ganado reproductor bovino, ovino, caprino y equino.

Este tipo de seguro está diseñado para proporcionar una compensación económica cuando el Índice Diferencial de Vegetación Normalizada (NDVI) se sitúa por debajo del umbral que refleja una disminución en la disponibilidad de pastos para la alimentación animal. Por tanto, la tasación de los daños se efectúa a través de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales por zonas geográficas homogéneas.

Dado el creciente interés a nivel mundial por el seguro indexado, como herramienta de gestión de riesgos; el presente estudio tiene por objeto analizar los puntos críticos en el diseño e implementación del contrato del seguro de sequía en pastos y, extraer lecciones que sean aplicables a otros contextos y países.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Con la finalidad de lograr el objetivo, se efectuó una revisión de las condiciones del programa de seguro para todas las temporadas en que ha operado este instrumento, lo que permitió determinar los elementos del contrato (Tabla 1), y sus definiciones.

**Tabla 1. Elementos del contrato del seguro de sequía en pastos**

Elementos del contrato	Descripción
Ámbito de aplicación	Está constituido por las explotaciones asegurables situadas en el territorio nacional, salvo la Comunidad de Canarias. Se divide en zonas homogéneas
Explotaciones asegurables	Corresponden a las inscritas en el Registro General de Explotaciones Ganaderas y que cumplen con la legislación vigente
Animales asegurables	Bovino (sementales y otros machos y hembras reproductoras); ovino y caprino (sementales y hembras reproductoras); equinos en extensivo
Precio unitario	Coste del suplemento de alimentación
Opciones de cobertura	Son las condiciones para que el siniestro sea indemnizable
Valor de compensación	Importe de la indemnización
Decena	Conjunto de 10 días en que se divide cada mes para el cálculo del NDVI.
Máximo valor compuesto decenal del NDVI	Es el indicador de la actividad de los pastos en cada una de las decenas del año. Se obtiene del cálculo diario del NDVI.
NDVI Actual	Índice de vegetación de cada decena del periodo de garantía, calculado para cada zona homogénea de pastoreo
NDVI Garantizado	Índice de vegetación medio de cada decena menos el 0,7 o 1,5 de su sd
Periodo de garantía	Periodo en el cual el seguro cubre los daños por sequía.
Capital asegurado	Se fija en 100% del valor declarado de la explotación
Valor declarado de la explotación	Es el resultado del número de animales declarados por el asegurado por el precio unitario de aseguramiento elegido
Bonificaciones y subvenciones	5% de bonificación. Además, subvenciones del MARM y la Comunidad Autónoma

El elemento central del seguro de sequía en pastos es el NDVI, indicador que permite evaluar la existencia de daños por sequía. Se calcula a partir de la reflectancia de la radiación visible y, es usado para estimar la cantidad y el desarrollo de la vegetación. Se obtiene desde imágenes proporcionadas por un satélite. El valor del NDVI para cada pixel varía entre -1 y 1, razón por la cual es fácil su interpretación (Chuvieco, 2008).

El cálculo del NDVI para el caso español es realizado a partir de imágenes MODIS procesadas por el Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid. Los mapas de NDVI, se calculan diariamente con la finalidad de obtener el Máximo Valor Compuesto Decenal, que corresponde al indicador de la actividad de los pastos cada diez días. Con esto, se eliminan los efectos perturbadores como nubes, entre otros.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño del contrato de seguro de sequía, desde su implementación, ha sufrido variaciones en sus condiciones producto de las mejoras introducidas con el objeto, según Agroseguro (2005), de dar respuesta a las necesidades de los que requieren este tipo de coberturas. Los principales ajustes se han realizado sobre los periodos de garantías y en la valoración de las pérdidas. La Tabla 2, detalla las modificaciones efectuadas.

Una de las principales modificaciones efectuadas es el paso de la plataforma NOAA a MODIS para la obtención de imágenes satelitales. Este cambio, ha significado una mejora en la elaboración de los índices de las zonas homogéneas.

**Tabla 2. Principales ajustes técnicos al contrato de seguro de sequía en pastos**

Elemento	Año	Ajustes a las condiciones
Definición de pastos	2003	se incluyen barbechos y rastrojos
	2004	se clasifican las zonas homogéneas de pastoreo según aprovechamiento de pastizales o barbechos.
Ámbito de aplicación	2005	se redefinen las zonas homogéneas
clases de explotación	2002	se incluye el equino a las clases de explotación ya existentes (bovino reproductor, ovino y caprino reproductor)
precio de suplemento de alimentación	2005	Se flexibiliza, permitiendo al asegurado su elección dentro de precios límites establecidos por MARM
Opciones de cobertura	2008	Se reducen a 2 opciones de cobertura. La opción A ( NDVI es inferior al garantizado en más de tres decenas) y la opción B, (la siniestralidad en las decenas supere el 10% del capital asegurado)
Periodo de garantía	2008	Se especifica en función del estrato de garantía y de las zonas homogéneas
Estrato de garantía	2007	Se modifican a 2 estratos de garantía: sequía leve (A) y sequía extrema (B). Ambos estratos se obtienen de deducir al NDVI Medio 0,7 y 1,5 de su desviación típica por zona correspondiente.
Periodo de suscripción	2009	Se modificó en función de los periodos de garantía y de los grupos de comarcas
Momento de pago de indemnización	2008	se establecen dos momentos de pago a lo largo del periodo de garantías
Índice de Vegetación (NDVI) Medio	2009	Se modifica la serie histórica utilizada para su cálculo, utilizando imágenes MODIS para el periodo 2000 al 2009.

Fuente: elaboración propia con datos de Condiciones Generales del Seguro de Sequía en Pastos

En general durante la década de existencia del seguro de sequía en pastos, la demanda en términos de pólizas ha experimentado importantes variaciones. En el año 2005 se registró el mayor número de contrataciones

El alto número de pólizas del año 2005, se puede explicar por varias situaciones. La Consejería de Agricultura y Pesca (2007), considera que influyó la condición impuesta durante ese periodo de contratar un seguro para la obtención de crédito. Por otra parte, durante esa temporada España fue afectada por una de las mayores sequías de su historia. Por último, la modificación al periodo de suscripción del seguro para esa temporada, fijándolo en el mes de febrero, por tanto, los productores contaban con mayor información para tomar la decisión de asegurarse.

Aunque el descenso en el número de contrataciones entre el año 2005 y 2006 es muy considerable, es importante destacar que las pólizas del año 2006 sobrepasan a las del año 2004. Este aumento podría significar que la experiencia de los agricultores con el instrumento en la temporada 2005 aportó conocimiento y aprendizaje a los asegurados y, ha permitido a posteriori una mayor adopción de este instrumento de gestión de riesgos por parte de los potenciales beneficiarios.

**Tabla 3. Evolución del seguro de sequía en pastos**

Año	n° pólizas totales	n° animales asegurados	animales asegurados / pólizas	capital asegurado / póliza	prima neta / animal asegurado	subvención / animal asegurado	Siniestralidad / prima %
2004	4.202	1.518.244	361	49.682,6	5,1	1,6	
2005	20.877	6.529.413	313	22.186,9	4,4	1,6	
2006	6.725	2.185.140	325	22.979,9	4,5	2,0	5,89
2007	5.135	1.887.874	368	25.564,1	6,9	2,7	19,9
2008	3.028	1.089.634	360	22.270,9	6,9	2,9	61,9
2009	5.274	1.901.239	360	25.400,7	7,7	2,6	

Fuente: elaboración propia con datos Estadísticos de Enesa, 2010 y Agroseguro

A pesar que el programa de seguro de sequía en pastos es aplicable a todo el territorio español, excepto Canarias, su demanda se agrupa mayoritariamente en las comunidades autónomas de Extremadura y Andalucía. Es así como, durante el año 2009 la primera concentró 52,5% de las pólizas contratadas y la segunda 31,8%.

### CONCLUSIONES

La experiencia española del seguro indexado es buen ejemplo para la extracción de lecciones aprendidas que pueden ser consideradas en el mejoramiento de este tipo de instrumento a nivel mundial.

El seguro de sequía en pastos, durante casi una década de operación, ha evolucionado introduciendo mejoras que pretenden dar respuesta a dificultades inherentes con el tipo de aseguramiento indexado, tal como el riesgo base.

Una de las potencialidades del programa de seguro de sequía español es la accesibilidad y fiabilidad de los datos, dicha característica es una de las precondiciones identificadas en la literatura de seguros indexados para el desarrollo un mercado eficiente. Tanto aseguradoras como asegurados, cuentan con la información respecto a la medición del índice.

Finalmente, los avances en las tecnologías satélites abren un esperanzador futuro para superar las barreras técnicas relacionadas con este tipo de seguro y, potenciar su desarrollo en otros países donde la escasez de instrumentos de gestión de riesgos hace que la agricultura familiar sea muy vulnerable frente a los fenómenos climáticos adversos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Agroseguro. 2005. Informe Anual 2005. pp 113
- Banco Mundial. 2008. Managing risk to increase efficiency and reduce poverty. pp 72
- Barnett, B. y O. Mahul. 2007. American Journal of Agricultural Economics, 89(5): 1241-1247
- Barnett. 2004. Agricultural Outlook Forum 2004. pp 41
- Consejería de Agricultura y Pesca. 2007. Propuestas de mejora. Documento II.
- Chuvieco, E. 2008. Editorial Ariel. pp 594
- Deng, X; Barnett, B; Hoogenboom, G; Yu, Y; Garcia, A. 2008. Journal of Agricultural and Applied Economics 40 (1): 223-237
- OECD. 2009. Studies in Risk Management. pp 47
- Rowley, R; Price, K; Kastens, J. 2007. Rangeland Ecology and Management, 60 (4): 359-368
- Senholz. 2009. Briefing Bretton Woods Project. 25 pp
- Skees, J. 2008. Agricultural and Resource Economics Review, 37 (1): 1-15
- Stoppa, A; Hess, U. 2003. Conference "Agricultural policy reform and the WTO where are we heading". Capri Italia, pp 17
- Vedenov, S y Barnett, B. 2004. Journal of Agricultural and Resource Economics 29 (3): 387-403
- Xu, W; Odening, M; Mubhoff, O. 2007 The 101° EAEE Seminar "Management of climate risk in agriculture". Berlin, Alemania, pp 17
- Zhou. 2007. University of Saskatchewan. Saskatoon, Canadá. pp 116



## BIOCOMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN

Lossada, Alfonso; Martínez, Jose Antonio

Tutora: Iglesias, Eva

*Dpto. de Economía y Ciencias Sociales Agrarias. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: al\_1986\_2@hotmail.com, joseantonio.martinez.page@hotmail.es.*

### RESUMEN

Este trabajo deriva de una práctica realizada el pasado curso académico para la asignatura Economía de los recursos naturales.

El tema de los biocombustibles 2ª Generación representa un área dentro de las energías renovables de gran importancia. Podríamos afirmar que es el futuro y por lo tanto cada vez está adquiriendo una mayor relevancia en nuestra sociedad, según afirman organizaciones como OCDE y la FAO.

Se tratará de dar a conocer el interés y la importancia agronómica de los biocombustibles de 2º Generación. Estudiaremos la biomasa potencial que se puede producir por los diferentes cultivos más extendidos en España, así como la distribución por comunidades autónomas, y la importancia que esto supone en la revitalización de áreas rurales.

Concluiremos con la importancia que adquieren los biocombustibles (2G) como alternativa frente a los combustibles fósiles.

**Palabras clave: Biocombustibles 2G, sostenibilidad, alternativa**

### INTRODUCCIÓN

Antes de introducirnos en los biocombustibles de segunda generación, comenzaremos por definir lo que son los biocombustibles, así como sus usos. Así pues, los definiremos como aquellos combustibles que se obtienen de la biomasa, es decir, de organismos recientemente vivos (como plantas) o sus desechos metabólicos (como estiércol).

La importancia de los biocombustibles recae principalmente en la alternativa que suponen frente a los combustibles fósiles; logrando una mayor seguridad energética, una menor contaminación ambiental así como una garantía de abastecimiento, al tratarse de una energía renovable.

Los biocombustibles más utilizados a escala industrial son principalmente:

a.- Biodiesel: fabricado a partir de cualquier grasa animal o aceites vegetales, que pueden ser ya usados o sin usar. (Se puede utilizar girasol, canola, soja, etc.). El principal productor en el mundo es Alemania. El proceso de obtención es: 10 kilogramos. Aceite + 1kilogramos alcohol ==> 10 kilogramos Biodiesel + 1kg glicerina.

b.- Bioetanol: es un alcohol que se obtiene a partir de maíz, sorgo, caña de azúcar o remolacha. El proceso de obtención es:

3 kilogramos cereal ==> 1kilogramos bioetanol + 1kilogramos DDGS (pienso) + 1kilogramos CO2.

Una vez definidos los biocombustibles, surge la pregunta de qué tratan los biocombustibles de segunda generación; estos a diferencia de los primeros son combustibles que pueden producirse a partir de fuentes no alimentarias como residuos agrícolas (paja) y desechos de maderas. Esto tiene como ventajas la utilización exclusiva de los cultivos para alimentación, solventando uno de los principales problemas que



plantea la utilización de biocombustibles. Además, se estima una huella de carbono en la atmósfera mucho menor que la producida por los biocombustibles anteriores como consecuencia de su método de obtención.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Nuestro estudio ha sido llevado a cabo según los siguientes supuestos:

- Toda la biomasa obtenida es utilizada en la creación de biocombustibles.
- Solo utilizamos la biomasa lignocelulósica.
- De cada 3 kilos de biomasa se obtiene 1 litro de biodiesel.
- No hemos hecho distinción entre biodiesel y bioetanol.

Los datos han sido obtenidos del Anuario de Estadística Agroalimentaria y Pesquera del año 2007.

Hay que decir, que dependiendo del cultivo, se usan diferentes fórmulas para la obtención de la biomasa potencial, separando dichos cultivos en dos grandes grupos; cultivos leñosos y cultivos herbáceos. Las fórmulas utilizadas, son las siguientes:

$$(1) \frac{\text{Biomasa}}{\text{residual}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) = S(\text{ha}) \times \eta \left( \frac{\text{kg producto}}{\text{ha} \times \text{año}} \right) \times IR \left( \frac{\text{kg residuo}}{\text{kg producto}} \right)$$

$$(2) \frac{\text{Biomasa}}{\text{residual}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) = S(\text{ha}) \times IR \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha} \times \text{año}} \right)$$

(1).- Cultivos herbáceos. (2)- Cultivos Leñosos. S: Superficie en hectáreas.  $\eta$ : Rendimiento de los cultivos herbáceos. IR: Índice de residuo específico de cada cultivo.

El cálculo de los litros de combustible está estimado en una proporción de 3kilogramos de biomasa necesarios para obtener un litro de carburante. De esta forma se estima la cantidad de combustibles que se pueden producir debido a la biomasa producida por los desechos procedentes de la poda de los árboles, rastrojos y restos obtenidos de la recolección de los diferentes cultivos herbáceos.

Los Índices de residuos utilizados para los diferentes cultivos han sido los siguientes:

Cultivos herbáceos

Trigo	Maíz	Cebada	Avena	Sorgo	Girasol	Arroz	Algodón	Remolacha
1.2	2	1.3	1.3	1.7	1.5	1.5	1.8	0.3

Cultivos leñosos:

Olivar	Viñedo	Melocotonero
1550	3500	3500

En las siguientes tablas podemos ver, por comunidades autónomas, los diferentes cultivos estudiados. Están divididos en leñosos y en herbáceos especificando las hectáreas cultivadas por comunidades así como la biomasa conseguida (según las



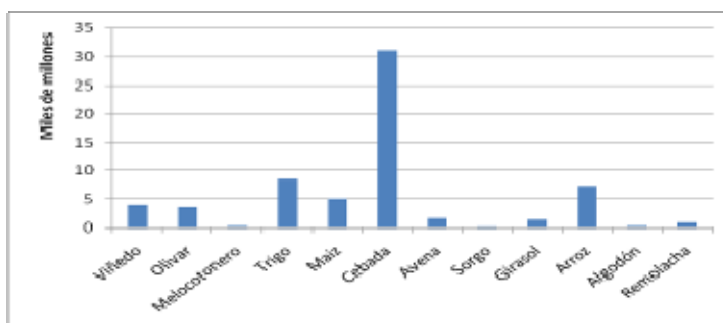


fórmulas anteriores) y el número de litros de carburante obtenidos por comunidades. Al final de cada tabla se expone también la producción total en España, siguiendo la forma de las anteriores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, veremos el estudio del volumen producido por los diferentes cultivos más extendidos en España. Este estudio también refleja la distribución por comunidades autónomas. Los cultivos herbáceos aquí expuestos son los que, según los datos facilitados por el Anuario de estadística Agroalimentaria ocupan una mayor extensión.

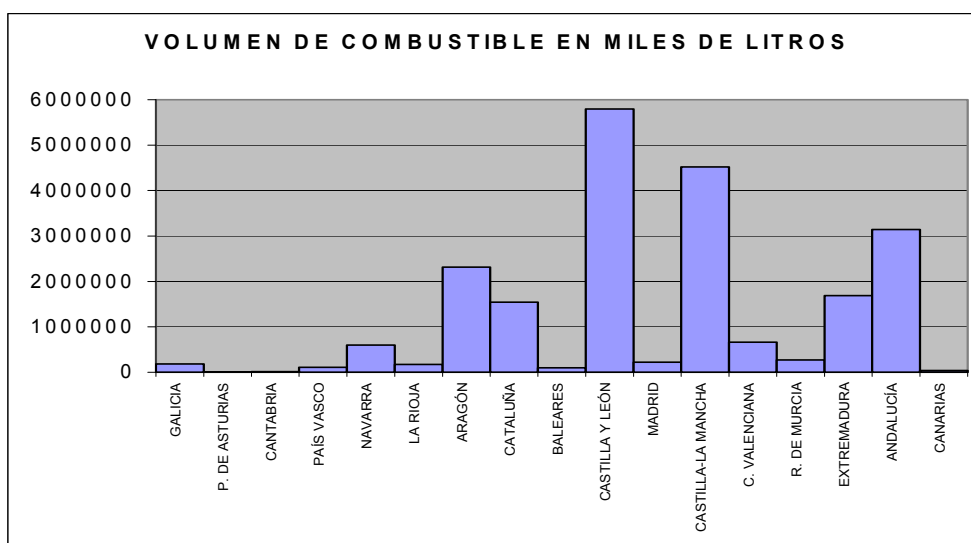
**Grafica1. Biomasa residual de diferentes cultivos (kg/año)**



Fuente: Anuario de estadística 2007

Como vemos, la cebada es el cultivo herbáceo que más litros de combustible produciría, y esto es debido a que es el cultivo más habitual en España con una producción ligeramente superior a los diez mil millones de litros de combustible. En el caso de los leñosos, la diferencia entre el olivar y el viñedo no es tan grande, llegando ambos a producciones superiores a los mil millones de litros de combustible, esto es debido a que ambos cultivos son muy rústicos, es decir, se adaptan a prácticamente todo el territorio.

**Grafica 2. Distribución por CCAA**



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Anuario de estadística 2007



Podemos observar como los mayores rendimientos en miles de litros se dan en Castilla y León, Castilla la Manca y Andalucía, debido a que las condiciones agroclimáticas permiten la implantación de un mayor número de cultivos y sus productividades son mayores. También incluye el hecho de que son las comunidades mas grandes en extensión y por tanto las que mas tierras pueden poner en producción.

## CONCLUSIONES

Gracias a la utilización de los biocombustibles 2G, lograremos disminuir la dependencia actual del petróleo y garantizar el suministro de energía, se conseguirá un mayor desarrollo rural y agrícola debido a que muchos de los procesos implicados en la recolección de esta biomasa requerirán una mayor cantidad de mano de obra. Reduciéndose las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte

El futuro de los biocombustibles de segunda generación ira ocupando un papel cada vez más relevante en nuestros días. En cualquier caso, el éxito de estos biocombustibles dependerá de la disponibilidad de las materias primas (teniendo en cuenta factores climáticos y geológicos), las mejoras en la tecnología, y las ayudas económicas para su desarrollo.

## BIBLIOGRAFÍA

Anuario de estadística agroalimentaria. [www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/INTRODUCCIÓN.html](http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/INTRODUCCIÓN.html).  
Biocarburantes de 2ª generación: el punto de vista de ACCIONA". Joaquín Ancín. Director Gerente ACCIONA biocombustibles. Congreso internacional de biocarburantes de 2ª Generación. Pamplona, 24-Enero-2008.  
Revista del colegio oficial de Físicos. Reportaje de Joaquín Ancín.  
Biodiesel: Desarrollo y sostenibilidad a nivel local. Biocombustibles de 2ª Generación: el reto del futuro. Ignacio Ballesteros. Unidad de Biomasa. División de Energías Renovables. CIEMAT. Madrid 19-Junio-2008.  
Potencial de Biomasa en Andalucía. Consejería de Agricultura y pesca de la Junta de Andalucía. [www.uncultivos.es/políticas.html](http://www.uncultivos.es/políticas.html).  
[www.wwf.es/que\\_hacemos/cambio\\_climático/](http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climático/).  
Boletín nº 136. Marzo-2009. CORES.



## EFFECTOS DE LAS ÚLTIMAS REFORMAS DE LA PAC EN ESPAÑA

Ruiz, Jorge<sup>1</sup>

Tutor: Bardají, Isabel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CEIGRAM. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Departamento de Economía. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid  
Correo electrónico: jorgerfdez@gmail.com

### RESUMEN

En este trabajo se analizan los efectos de la Reforma de la PAC de 2003 sobre la agricultura española, reforma que ha supuesto un gran cambio en el sistema de ayudas con la introducción del Pago Único. Este cambio, que tenía el objetivo de obtener una mayor respuesta de la agricultura al mercado, ha supuesto la desconexión parcial de las ayudas.

Para detectar los efectos producidos por la reforma, se ha analizado el censo agrario y ganadero español, en el periodo comprendido entre 1995 y 2007, mediante regresiones matemáticas.

De los resultados obtenidos del estudio de la agricultura española, se aprecia que la Reforma de 2003 sí ha tenido efectos sobre la agricultura española. Desde su entrada en vigor, se aprecia una mayor respuesta al mercado por parte de la agricultura, que se ha caracterizado por una disminución de aquellos cultivos y cabañas ganaderas que mayor porcentaje de desacoplamiento han sufrido y que son menos rentables, por tener menores rendimientos o mayores costes, como trigo duro, maíz, tabaco y remolacha. Asimismo se consolidan cultivos con menores costes o mayores rendimientos, más rentables, como olivar, viñedo o cereales.

**Palabras clave:** PAC, Desacoplamiento, pago único

### INTRODUCCIÓN

La Política Agrícola Común (PAC) que nació mediante la firma del Tratado de Roma en 1958, fue creada con, entre otros, el objetivo de asegurar un nivel de vida equitativo a la población agrícola mediante un incremento de su renta (Calvo, 1999). Desde entonces, ha sufrido numerosas reformas en las que este objetivo se ha conservado. Con la Reforma de 2003, se ha intentado mantener las rentas de los agricultores pero buscando además que éstos ajusten su producción a las necesidades del mercado (Brady et al., 2010).

A partir de la entrada en vigor del Pago Único que es, posiblemente, la reforma más radical de la PAC desde su nacimiento (Brady et al., 2010), las ayudas se han desacoplado parcialmente de la producción para pasar a estar ligadas a la tierra (OCDE, 2001) tomando como referencia las ayudas recibidas entre los años 2000 y 2001.

El desacoplamiento de las ayudas puede haber motivado el abandono de cultivos y explotaciones ganaderas en aquellos sectores y regiones con menores rendimientos, y por tanto menos competitivos en un mercado sin ayudas, así como cambios en la distribución de los cultivos o del aprovechamiento del suelo. Al desacoplar las ayudas no se influye en la producción o se hace mínimamente, con lo que ésta se debería ajustar a las necesidades de la demanda (Cahill, 1997).

Este trabajo, tiene como fin analizar los efectos que ha tenido sobre la agricultura española, la implementación de dicha reforma, que entró en vigor en 2005 y que supuso un profundo cambio en el sistema de ayudas con la introducción del Pago Único a partir del año 2006.



## MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar los posibles efectos de esta reforma sobre la agricultura española, se ha realizado un estudio partiendo de los conjuntos en los que se divide la Superficie Agraria Útil (SAU) y terminando en los cultivos como tales.

Con los datos de superficie y número de cabezas de ganado que se recogen en el Anuario de Estadística Agraria que publica el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Medio Marino (MARM) del periodo 1996-2007, se ha estudiado el censo agrario español. En ganadería se han estudiado aquellos sectores que han sufrido cambios en esta reforma, que son en bovino los animales destinados a sacrificio y las vacas nodriza, y en ovino y caprino las hembras para vida.

También se han llevado a cabo regresiones matemáticas por mínimos cuadrados para estudiar la superficie y la cabaña ganadera. Las regresiones se ajustan a la ecuación:

$$Y_t = a + b * (\text{Tendencia}) + c * D$$

Donde la **Y** es la variable a analizar en cada caso (Prados y pastizales, tierras de cultivo, número de cabezas de ganado...), la **Tendencia** es la histórica seguida por la variable en el periodo y **D** es una variable *Dummy* con valor 1 en los años 2006 y 2007. Con estas regresiones se pretende detectar cambios de tendencia a partir de la entrada en vigor de la reforma.

Además se han realizado una serie de gráficos con la evolución de la distribución de los cultivos por comunidades autónomas, así como con el comportamiento de los conjuntos de superficie recogidos en el Anuario de Estadística Agraria. Por último para comprobar si se ha producido un cambio en la distribución de los cultivos, se ha calculado el índice de diversidad de Shannon (Shannon y Weaver, 1949), adaptado a cultivos:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde **S** es el número de cultivos, la **p** es la proporción de hectáreas del cultivo con respecto del total ( $n/N$ ), la **n** el número de hectáreas del cultivo y **N** el número total de hectáreas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de la SAU total española, se desprende que en el periodo comprendido entre 1996 y 2007 se han perdido 1.400.000 ha, lo que equivale a un 5,6% del total. Sin embargo, mientras en el secano el porcentaje de pérdida ha sido aún mayor, un 7,6%, en el regadío se ha producido un aumento del 5,8%. No obstante, en los dos primeros años de vigencia de la Reforma de 2003, tanto en secano como en regadío se han producido pérdidas de superficie siendo además las mayores de todo el periodo en el secano, un 2,1% en 2006 y un 1,5% en 2007.

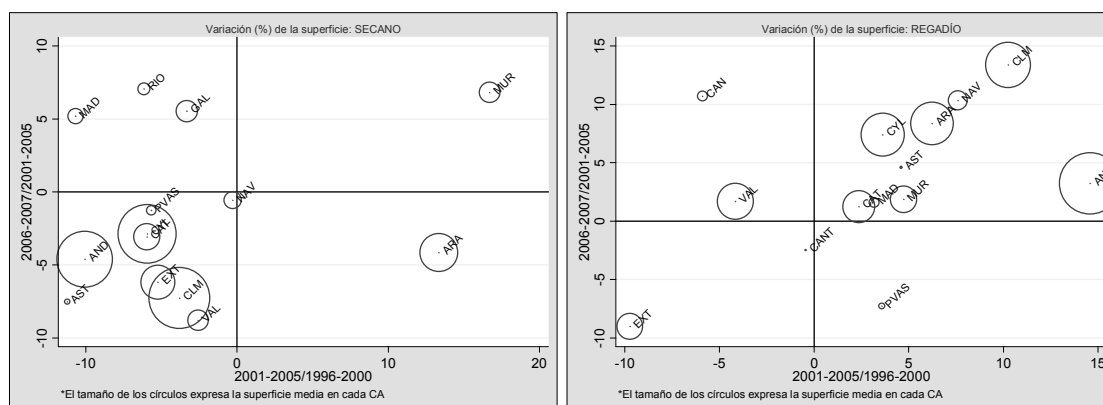
Las diferencias en las tendencias históricas entre el secano y el regadío se confirmaron con las regresiones matemáticas. La SAU total descendió mientras que aumentó la superficie forestal. Dentro de la SAU descendió el secano y aumentó el regadío. La SAU está compuesta por tierras de cultivo y prados y pastizales, y a su vez las tierras de cultivo por cultivos herbáceos, leñosos y barbecho. De todos ellos se detectó un descenso significativo en las tierras de cultivo y, en ellas, en los herbáceos tanto en secano como en regadío, así como en los leñosos y el barbecho ambos en secano. Aumentaron de forma significativa, los prados y pastizales y dentro de la SAU de regadío los cultivos leñosos.



Después de entrar en vigor la Reforma de 2003, la tendencia negativa de la SAU, de las tierras de cultivo, de los herbáceos de regadío y leñosos de secano ha aumentado, al igual que la tendencia positiva de la superficie forestal y de los leñosos de regadío. Por otra parte, se han apreciado cambios de tendencia en el barbecho, que aumenta tras la reforma, y en la SAU de regadío y en prados y pastizales que descienden.

El comportamiento de estos agregados se ha representado por comunidades autónomas (Figura 1). En el eje de abscisas aparece el comportamiento antes de la reforma y en el de ordenadas el de después. La superficie relativa de cada comunidad es proporcional al tamaño de las circunferencias.

**Figura 1. Comportamiento antes y después de la reforma en secano y regadío**

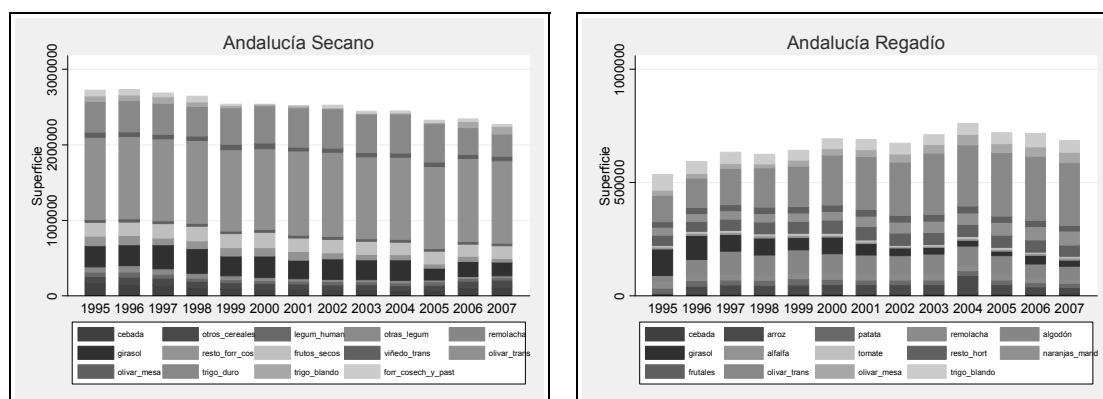


Fuente: Anuarios de estadística agraria del MARM y elaboración propia

En las regresiones hechas con los cultivos se confirman las tendencias señaladas anteriormente. La disminución de los cultivos herbáceos de secano se ha localizado en las leguminosas y el trigo duro, en cambio, el resto de cereales aumenta principalmente la cebada. La disminución de los herbáceos de regadío se ha localizado en remolacha y tabaco, ambos con tendencias históricas al descenso que han mantenido, y en maíz, algodón, leguminosas y tomate. El descenso de los leñosos de secano se ha centrado en frutos secos y viñedo. Por último, el aumento de los leñosos de regadío se ha localizado en viñedo y olivar aunque con tasas de crecimiento menores a las históricas.

En la siguiente figura (Figura 2) se representa la evolución de la distribución de los cultivos en Andalucía, escogida por ser una de las comunidades que más superficie y variedad de cultivos acumula.

**Figura 2. Distribución por cultivos en secano y regadío en Andalucía (ha)**



Fuente: Anuarios de estadística agraria del MARM y elaboración propia



En estos gráficos de barras, se observa que las tendencias detectadas en el censo y en las regresiones, se cumplen tanto en secano como en regadío. También se aprecia una posible pérdida de diversidad, que posteriormente se confirmó mediante el cálculo del índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ), mostrado en la Figura 3.

**Figura 3. Índice de diversidad de Shannon**

Año	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
$H'$	2.705	2.781	2.764	2.780	2.781	2.751	2.773	2.745	2.760	2.774	2.726	2.697	2.674
Variación	0	0.08	-0.02	0.02	0.00	-0.03	0.02	-0.03	0.02	0.01	-0.05	-0.03	-0.02

Fuente: Anuarios de estadística agraria del MARM y elaboración propia

A pesar de que existe una pérdida evidente de diversidad, el ritmo en que ésta ha descendido no ha cambiado desde la entrada en vigor de la reforma, por lo que no es achacable a ella.

Los resultados obtenidos en ganadería, tanto a través del censo ganadero como de las regresiones matemáticas, muestran tendencias muy significativas. En bovino, antes de la reforma se seguía una tendencia al aumento, tanto en los animales destinados a sacrificio como en vacas nodrizas, con un crecimiento de un 3,9% y un 12,4% respectivamente, en los diez años anteriores a la reforma. Sin embargo en los dos primeros años de vigencia de la reforma, ambos muestran una tendencia negativa perdiendo un 2,8% los destinados a sacrificio y un 0,7% las vacas nodrizas. En cambio, en el ovino, la tendencia durante esos diez años fue negativa en hembras para vida, perdiéndose un 3,7%, tendencia que tras la reforma se agudiza profundamente puesto que se pierde un 9,5% en tan solo dos años. Por último, en el caprino, al igual que en bovino se pasa de crecer un 7,5% a perder un 3,8%.

## CONCLUSIONES

La Reforma de la PAC de 2003, ha tenido los efectos que tenía como objetivos puesto que se ha producido una mayor respuesta al mercado por parte de la agricultura española. Han disminuido los cultivos y los sectores de la ganadería que han sufrido mayor nivel de desacoplamiento y que son menos rentables por tener bajos rendimientos o muchos costes asociados como trigo duro, maíz, tabaco u ovino y han aumentado los más rentables como olivar, viñedo o cereales.

## AGRADECIMIENTOS

A Isabel Bardají y al CEIGRAM, por concederme la beca que me ha permitido hacer este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brady, M., Ekman, S., Rabinowicz, E., 2010. Impact of decoupling and modulation in the European Union: A sectoral and farm level assessment. OECD Workshop on the Disaggregated Impacts of CAP Reform. Paris, France: 1-28.
- Cahill, S., 1997 Calculating the Rate of Decoupling for Crops under CAP/Oilseeds Reform. Journal of Agricultural Economics 48: 618-32
- Calvo M. A., 1999. Organización de la Unión Europea. Centro de Estudios Ramón Areces, pp 495.
- MARM 1996-2008. Anuarios de Estadística Agroalimentaria. Varios números
- OECD, 2001a. Decoupling: A Conceptual Overview.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.

## **SESIÓN C2**







## EL FENOMENO EL NIÑO Y LA PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL SUR DE BRASIL

Sangoi Dias da Costa, Gabriel<sup>1,2</sup>;

Tutores: Hernández Díaz-Ambrona, Carlos. G<sup>2</sup>; Conde, José Ramón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid.  
Correo electrónico: gabrielsddc@hotmail.com

### RESUMEN

Este trabajo procuró evidenciar una correlación entre el fenómeno El Niño y la producción de soja (*Glycine max* L.) en el sur de Brasil. El fenómeno El Niño es el calentamiento de las aguas del océano Pacífico en las costas próximas a los Andes. Este calentamiento hace que aumente la media pluviométrica en las provincias del sur de Brasil, y que, generalmente, resulte en un aumento del rendimiento de soja. Por el contrario el fenómeno La Niña es un enfriamiento de las aguas de océano Pacífico cerca de países como Chile y Perú. Este enfriamiento causa una disminución de las lluvias en el verano, y, como consecuencia, ocasiona una reducción en la productividad de los cultivos de soja. La previsión del fenómeno El Niño o La Niña permitiría a los productores de soja del sur de Brasil adaptar sus decisiones de manejo del cultivo.

**Palabras clave:** *Glycine Max* L., cambio climático, agricultura

### INTRODUCCIÓN

Brasil es el segundo mayor exportador de soja del mundo con cuarenta y tres millones de toneladas. La región sur de Brasil produce el 36% del total. La producción varía según los cambios climáticos relacionados con los fenómenos El Niño y La Niña.

El Niño, Oscilación del Sur (ENOS), corresponde a un evento climático natural que se desarrolla en el océano Pacífico ecuatorial central. La fase cálida de ENOS conocida como El Niño se manifiesta, principalmente, por un aumento de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) y una disminución de los vientos Alisios en el lado este del océano Pacífico. Estas condiciones anómalas generan fuertes precipitaciones y cambios notables en el clima y las pesquerías, tanto en los países ribereños del Pacífico sudoriental, como en otras partes del mundo. La fase inversa o fría de ENOS, conocida como La Niña, se caracteriza por presentar TSM más frías que lo normal, intensificación de los vientos Alisios en el este del océano Pacífico y períodos de sequía (Maturana, et al. 2004).

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos de los últimos diez años de la producción y el área de soja cultivada en la región sur de Brasil, obtenidos de la Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). La información sobre los fenómenos climáticos fue obtenida del Climate Prediction Center. Las producciones y el rendimiento de cada año fueron comparadas con el evento climático para determinar una correlación entre estas variables.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Vemos que en los años que ocurrió el fenómeno El Niño la producción de soja ha aumentado (Tabla 1.). Esto se debe a variaciones positivas, para el cultivo de la soja, relacionadas con la pluviosidad, la época y la ocurrencia de las lluvias, y también al aumento de la temperatura media. Pero no podemos decir que en estos años se haya



obtenido un rendimiento excepcional porque hay cierta dependencia de otros factores productivos, como la incidencia de plagas y patologías, el manejo adecuado, la calidad de las semillas, etc. La excepción es el año de 2004/05, en el cuál el rendimiento ha bajado en virtud de la mala distribución de las lluvias. La baja productividad está asociada al mal desarrollo de las plantas en virtud a la falta de agua en el principio del cultivo y al exceso de lluvias en la cosecha del mismo (Lazzari, 2005). En años donde hubo el fenómeno La Niña, tenemos una rebaja en la producción por área, porque ocurrieron las mismas variaciones referidas para El Niño pero de carácter perjudicial para el cultivo de la soja. Estudios estadísticos del fenómeno en la provincia del Rio Grande do Sul, una de las provincias de la región estudiada, con más de 80 años, muestran que en el periodo de mayor impacto al cultivo (octubre-noviembre-diciembre) ha una probabilidad de un 80% que los eventos El Niño ocasionen una precipitación por encima de la media climatológica y una probabilidad de más de un 75% que en años de eventos La Niña ocurra precipitaciones debajo de la misma (Berlato, et al. 2005).

**Tabla 1. Eventos climáticos y productividad de soja en la región sur de Brasil**

Cultivo	Evento Climático	Área ( hectáreas)	Productividad (kg/hectárea)
1997/98	El Niño	6190300	2.313
1998/99	La Niña	6119300	2.111
1999/00	La Niña	6049000	2.085
2000/01	El Niño	5984000	2.717
2001/02	Sin evento climático	6838300	2.293
2002/03	El Niño	7487100	2.850
2003/04	Sin evento climático	8213900	1.978
2004/05	El Niño	8588500	1.537
2005/06	Sin evento climático	8294700	2.200
2006/07	El Niño	8247400	2.782
2007/08	La Niña	8184700	2.519

Fuente: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2009. Série Histórica: Soja. Climate Prediction Center, 2010. Cold & Warm Episodes by Season.

## CONCLUSIONES

Los productores brasileños de soja de la región sur de Brasil deben empezar a considerar el fenómeno El Niño como un factor de producción y buscar informaciones en los centros meteorológicos, en el periodo entre cosechas, con respecto a qué evento climático ocurrirá en el próximo cultivo. Así podrán seleccionar las variedades más adaptadas a las condiciones climáticas futuras, harán el mejor manejo integrado de plagas y patologías, y tendrán un buen planeamiento de su cultivo.



### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres que están pondo todo su esfuerzo para que yo pueda estudiar en la E.T.S.I.A., a mi novia que me da todo su apoyo, comprensión y amor. También gustaría de agradecer a los profesores Carlos Hernández Díaz-Ambrona y José Ramón Conde García que me tutoraran de la mejor manera en este trabajo y me recibieron en la escuela.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Lazzari, Martinho Roberto. 2006. Agropecuária gaúcha em 2005 : estiagem, câmbio e crise. Indic. Econ. FEE, Porto Alegre.

Companhia Nacional de Abastecimento, 2009. Série Histórica: Soja. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponible: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/sojaseriehist.xls>. Fecha de consulta: 15/02/2010

Climate Prediction Center, 2010. Cold & Warm Episodes by Season. National Weather Service. Disponible: [http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Fecha de consulta: 11/02/2010

Berlato, et al. 2005. Variabilidade climática e agricultura no Rio Grande do Sul.





## MEJORA DE GANADO VACUNO EN GALICIA

De Paz, Raquel; Plaza, Ignacio

Tutora: Villamide, María Jesús

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*E-mail: raqueldepaz@gmail.com*

### RESUMEN

En la Comunidad Autónoma de Galicia se vienen desarrollando desde el año 1990 programas de mejora genética que han incrementado las producciones de sus razas, principalmente la Rubia Gallega y la Frisona. En Abril del 2009 durante el viaje de la orientación de Producción Animal, tuvimos la suerte de visitar y conocer diferentes instituciones y empresas dedicadas a la mejora y explotación de estas razas. En este trabajo resumiremos sus objetivos y los logros conseguidos a través de la evolución de sus censos y producción.

**Palabras clave:** *Frisona, Rubia Gallega, Galicia*

### INTRODUCCIÓN

#### Rubia Gallega:

En el siglo XIX, Galicia contaba con una raza bovina autóctona, con un carácter polivalente, carne – leche – trabajo (C – L – T), y con una gran diversificación en los objetivos de selección. En 1840, el aumento de la demanda de carne por el mercado inglés estimuló la mejora de la raza para la producción de carne. En esos momentos se consideró que la manera más rápida y eficiente era mediante cruces con razas más productivas, como la Durhan o la Hereford procedentes de Inglaterra, donde ya se empezaban a poner en marcha los primeros sistemas de mejora (Conde, 2007). Este impulso decayó con la entrada de carne de países como Argentina o Estados Unidos, que producían a muy bajos costes. Fue el ingeniero J. Suárez Casas el primero en establecer un patrón sobre la mejora del vacuno, con su trabajo “Soluciones para el mejoramiento de la raza bovina y riqueza agrícola industrial en la región noroeste de España” publicado en 1897, donde propone una mejora manteniendo las tres actitudes (C – L – T), mediante línea pura a largo plazo y cruces mejorantes a corto (Conde, 2007).

Esta mejora de las tres actitudes estaba llena de sentido en la España de la época, donde la producción de leche era útil para la elaboración de productos lácteos de autoconsumo, principalmente queso (Tetilla, San Simón, Cebreiro, Ulloa-Arzuva, actualmente DO) y venta de los excedentes en mercados. La carne era la principal fuente de ingresos de la explotación agropecuaria – familiar y el trabajo como medio de tracción para el laboreo tradicional hasta bien entrados los años 70.

Es en 1933 cuando la Dirección General de Ganadería establece un prototipo racial, y se crea El Libro Genealógico de la raza Rubia Gallega, quedando regulado su funcionamiento en 1969 por Resolución de la Dirección General de Ganadería (BOE, 1 de octubre de 1969: 15362 – 15368), norma que fue derogada por Resolución General de la Producción Agraria por la que se actualiza la Reglamentación específica del Libro Genealógico de la raza bovina Rubia Gallega (BOE, 3 de diciembre de 1976: 24166 – 24168), vigente actualmente (ACRUGA 2010). Durante la última década se observa un aumento progresivo del número de animales inscritas en el Libro Genealógico, aunque el número de ganaderías se mantiene (Tabla 1).

**Tabla 1. Evolución del número de vacas y ganaderías de Rubia Gallega 1999-2007 (ACRUGA, 2007).**

	1999	2001	2003	2005	2007
<b>Vacas nodrizas</b>	19.804	26.503	38.390	37.800	54.500
<b>Ganaderías</b>	2.406	2.421	2.587	1.824	2.320



### Frisona en Galicia:

Los orígenes de la Frisona (Holstein) se encuentran lejos de Galicia, en la región de Frisia (Norte de Alemania) y Holanda, que debido a su altísima producción se ha ido imponiendo sobre el resto de vacuno lechero existente.

El censo de vacuno lechero en enero de 2009, según datos del Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA), es de 896.049 vacas en ordeño, de las cuales el 41% se encuentran en Galicia (MARM, 2010), pero no sólo se ha asentado, si no que se ha hecho parte del paisaje gallego. Como puede verse en la Tabla 2, mientras que en España el nivel de producción es descendente, en Galicia se mantiene constante e, incluso ligeramente al alza, y el nivel genético de su cabaña ganadera se encuentra en auge, tanto es así que a 13 de marzo de 2010 es una vaca gallega la que ocupa el primer puesto en el ranking europeo de vacas lecheras, procedente del programa de mejora de FEFRIGA (Federación de Frisona Gallega).

**Tabla 2. Evolución de la producción de leche en miles de litros en España y Galicia (MARM, 2009)**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>España</b>	6.330.407	6.417.862	6.443.283	6.384.084	6.370.202	6.191.682	6.143.128	6.157.188
<b>Galicia</b>	1.856.218	1.984.313	2.221.551	2.168.990	2.258.117	2.274.797	2.285.787	2.308.771

### XENÉTICA FONTAO

La empresa Xenética Fontao SA (Lugo) fue creada en 1998, surge de la necesidad de privatizar los Centros de inseminación y reproducción animal dependientes del MAPA. Fue financiada entre la Xunta de Galicia mediante (Fondo Gallego de Garantía Agraria) y las asociaciones de ganaderos FEFRIGA y ACRUGA (Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la Raza Rubia Gallega).

Actualmente cuentan con 24 toros Holstein probados y más de 50 en prueba, y con 9 sementales Rubios Gallegos probados y 11 en prueba. También poseen un banco de esperma de las razas morenas del Noroeste. Produce dosis de semen destinadas a inseminación artificial que comercializa en toda España y en el exterior.

En el año 1999 se creó el Laboratorio de Xenética Molecular, que mediante el empleo de la biotecnología del ADN proveen de servicios de análisis de filiación, identificación genética y trazabilidad, así como otras prestaciones en los campos de la sanidad y la producción agropecuaria.

### UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES DE BOS

La Unidad de Transferencia Embrionaria de Bos (A Coruña) nace en el año 1992 dentro del programa de mejora genética gallego, llevado por la Xunta de Galicia y FEFRIGA. Desarrollan en común un programa de mejora genética basado en la implantación de embriones importados de genética élite como punto de inicio, y la máxima multiplicación de los animales así generados mediante la técnica de la transferencia embriones. Muchos de los toros probados proceden de estos embriones. En la Actualidad (2010) poseen un catálogo importante de más de 100 hembras donantes, así como un servicio de venta directa, vía Internet, completamente actualizado.



## CENTRO DE RECURSOS ZOOXENÉTICOS DE FONTEFIZ

En el Pazo de Fontefiz, situado en Coles (Ourense), la Consellería de Medio Rural de la Xunta cuenta con el Centro de Recursos Zootécnicos de Galicia (CRZG), inaugurado como tal en 2006 y cuyo objetivo es la conservación y recuperación de las razas ganaderas autóctonas en peligro de extinción, como son en vacuno las razas morenas gallegas como la Candelá, Cachena, Freieresa, Limiá y Vieneses, en ovino la Ovella Galega, razas equinas como Pura Raza Galega, en aves la Galiña de Mos y el Porco Celta.

### VISIÓN DE LOS GANADEROS

La visión de los ganaderos acerca de estos temas es mucho más práctica, buscan animales que sean rentables y que den el menor número de problemas posible. Muchas veces es el desconocimiento y la economía lo que hace que los ganaderos no se impliquen totalmente en la mejora genética, y parte de este problema se está intentando subsanar mediante ayudas por la compra de semen de alta calidad. Muchos ganaderos optan por cruces comerciales, como es la inseminación de vacas frisonas de las cuales no se quiere dejar reposición, con semen de toros de razas de elevada actitud cárnica, para mejorar el precio de venta de sus terneros por sus mayores niveles productivos en el cebadero. En ocasiones también se usan cruces que faciliten el manejo, como es la inseminación de novillas de Rubia Gallega, con semen de otras razas más pequeñas para no tener problemas en su primer parto.

Los ganaderos de frísón son mucho más sensibles, en general, a la mejora genética de sus animales que los de las razas cárnicas, ya que trabajan en un ambiente más tecnificado y participan activamente en la mejora genética a través del control lechero. La información obtenida revierte de nuevo en su explotación, al valorar sus vacas y clasificarlas respecto a la Comunidad Autónoma, con lo que pueden tomar decisiones prácticas, viendo la mejora genética como una parte del proceso productivo. Esto se aprecia en el nivel competitivo y el gran desarrollo mundial de la mejora genética del ganado frísón.

### MEJORA GENÉTICA

En la mejora genética tenemos que destacar la importancia de los centros de mejora, responsables de un 76% de la mejora genética, a través de la mejora de los machos (Xenetica Fontao) y la transferencia de embriones de elevada actitud genética (Bos), sin olvidar que los ganaderos son responsables del 24% restante de la mejora, mediante la selección de las hembras que dejen como reposición. Pero para toda esta mejora es necesario recoger concienzudamente todos los datos relativos a la producción de estos animales, controles lecheros, datos reproductivos y de pesos, así como su genealogía, caracteres morfológicos y un estudio económico de todos estos caracteres para hacer eficaces estos programas de mejora.

Centrándonos ahora en la mejora de la raza Holstein Frisian, actualmente los programas de mejora de esta raza están completamente afinados y testados, dando importancia a todos los datos productivos fácilmente obtenibles debido a los sistemas informáticos usados en su explotación, pudiendo obtener datos diarios de velocidad de ordeño (VO) y recuento células somáticas (RCS), relacionado íntimamente con los problemas de mastitis clínica y subclínica. También son importantes otros datos productivos, como conformación, y datos de fertilidad como el intervalo entre partos (IP), así como otros relacionados con la producción y la reducción de problemas relacionados con ésta, tales como problemas de aplomos o resistencia a los antibióticos.



Actualmente todo esto está estructurado en un programa de mejora genética de la Frisona Gallega gracias a la colaboración de muchas instituciones, la mayoría de las cuales antes mencionadas, mediante los controles y ayudas a las explotaciones por medio de AFRICOR y el control de libro genealógico y promoción de la raza mediante FEFRIGA. También son importantes las ayudas al soporte técnico y el registro y gestión de datos, llevados a cabo por el Centro Gallego de Control Lechero.

Todo esto ha llevado a la mejora progresiva de la Frisona Gallega en los últimos años, con un número ascendente de toros en los primeros puestos del ICO (Tabla 3), lo cual muestra una eficiencia de sus programas de genética.

**Tabla 3 . Evolución del toro Frisón gallego (MARM y CONAFE, 2008)**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>ICO media 5 primeros toros</b>	1614	1845	1935	1977	2068	2284	2465
<b>ICO media 10 primeros toros</b>	1466	1703	1821	1884	1965	2190	2291
<b>Nº toros gallegos primeros en ICO</b>	12	14	17	18	18	17	20

### **Rubia Gallega**

En cuanto a la Rubia Gallega, las aptitudes son más difícilmente medibles, puesto que los animales, en muchos casos, están dispersos en el monte en régimen extensivo. Los datos productivos importantes que se buscan son la aptitud materna, precocidad, fertilidad, así como la facilidad de parto, el peso al nacimiento y al destete, y los datos referentes al periodo de cebo, como el índice de conversión, si bien son también importantes los datos morfológicos para los defensores de la pureza de la raza. Debemos también mencionar los diversos estudios dirigidos hacia su utilización en cruces industriales de esta raza con animales de peor conformación como Frisona, Morucha, Retinta etc.

## **CONCLUSIONES**

Se está realizando un buen trabajo con el ganado vacuno gallego tanto de mano de las asociaciones, como por parte de la Xunta, pero queda mucho trabajo por delante.

Creemos que cuando se busca la mejora de una raza productiva, debemos olvidarnos del estándar racial, y seleccionar por criterios económicos, y no determinada morfología que se cree pura, que en muchos casos se le da demasiada importancia cuando no la tiene.

Además, se debe formar a los ganaderos, pues son ellos los que tienen la llave de la mejora genética.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la UPM la financiación parcial del viaje de estudios a través del proyecto de innovación educativa IE080250073, y a Xenética Fontao, al Centro de Recursos Zooxenéticos y las SAT Carballo, Crecente y Pazos do Viveiro por su amabilidad y atención prestadas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Conde, Diego 2007, INFORMACIÓN VETERINARIA Mayo del 2007, Mejora de la Raza Bovina Gallega.  
M.A.R.M., 2010, Estrategias para el sector lácteo español, Horizonte 2015.  
Xenética Fontao, 2010, [www.xeneticafontao.com](http://www.xeneticafontao.com).  
F.E.F.R.I.G.A., 2010, [www.fefriga.com](http://www.fefriga.com)  
A.C.R.U.G.A., 2010, [www.acruga.com](http://www.acruga.com), libro xenealógico.  
I.N.E.A., 2010, <http://www.ine.es>  
Xunta de Galicia. 2008, Programa de Mellora Ganadeira de Galiza.





## EVOLUCIÓN DE LOS MONITORES DE RENDIMIENTO Y TERMINALES VIRTUALES EN MAQUINARIA AGRÍCOLA

Garrido, Miguel

Tutores: Valero, Constantino; Barreiro, Pilar

*Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico (Autor): miguel2512@hotmail.com*

### RESUMEN

Los monitores de rendimiento y terminales virtuales (TV), en general han ido adquiriendo con el paso del tiempo cada vez más fuerza dentro de la maquinaria agrícola. A día de hoy es posible la visualización y modificación de variables de trabajo, registro de las tareas llevadas a cabo, así como la posibilidad de facilitar y optimizar la actividades en campo (guiado, aplicación variable, siembra, abonado...), sin que para ello sea preciso abandonar el puesto de mando de la maquinaria.

El número de empresas encargadas de la comercialización de monitores y TVs es muy amplio en la actualidad. La gran oferta disponible en mercado se ha visto impulsada con la emergencia de la actual norma de comunicación entre el tractor y equipos agrícolas, que recibe el nombre de ISO 11783 o ISOBUS, constituyendo el esqueleto de los futuros sistemas autónomos.

**Palabras clave:** *monitor y terminal virtual, ISOBUS, agricultura de precisión*

### INTRODUCCIÓN

Desde 1983, la Universidad de Purdue (EE.UU.), analizó la posibilidad de producir cereales en forma extensiva con la asistencia de ordenadores personales, ofreciendo la posibilidad de un manejo diferencial de la variabilidad en campo por medio de aparatos electrónicos. La empresa Ag Leader de EEUU, comenzó con el desarrollo del primer monitor de rendimiento, pero fue Massey Ferguson en 1992 el primero en colocarlo comercialmente en una cosechadora. (*Bragachini et al., 2006*)

Estos trabajos iniciales ofrecían la incorporación de una pantalla o terminal situada en la cabina de trabajo, desde la cual era posible al agricultor valorar las tareas realizadas en el momento, de una manera cercana y sencilla. A esto se le añadía la posibilidad de almacenamiento de los datos registrados, con el fin de establecer planes de trabajo futuros según los rendimientos obtenidos.

Conforme han ido pasando los años, desde la salida a mercado del primer monitor, muchos han sido los cambios e innovaciones incorporadas en ellos.

### EVOLUCIÓN EN LOS MONITORES Y TERMINALES VIRTUALES

Para hablar sobre la evolución de los monitores, nos debemos de remontar al año 1992, cuando salió a mercado el primer monitor de rendimiento de mano de Massey Ferguson. Este monitor ofrecía información referente al tractor, como fuerza de tracción, velocidad, consumo, autonomía, regulación del resbalamiento..., siendo imposible en un primer momento el registro de estos datos.

Pero no sólo se empezaron a desarrollar monitores de rendimiento, sino que también se comenzaron a ver en el mercado monitores destinados a aplicaciones tales como siembra, abonado y pulverización. Todas estas nuevas aplicaciones tenían un mismo principio de funcionamiento, basado en un sensor para el cálculo de la velocidad del



tractor y una calibración previa, que lograba mantener de forma uniforme la aplicación de un insumo en el campo. Estos monitores ofrecían información de rendimiento efectivo, área recorrida, velocidad de trabajo, dosis aplicada...

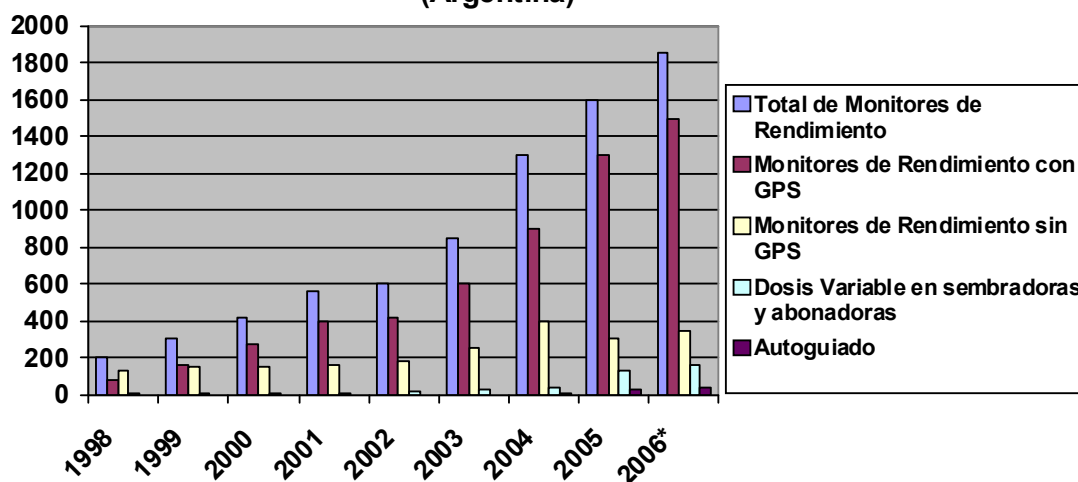
Durante los siguientes años los monitores sufrieron una transformación constante, avanzando en la complejidad de las prestaciones, principalmente en lo que respecta a memoria de almacenamiento, facilidad de manejo, calibración, accesibilidad de los menús, pantallas con información diversa, pantallas a color, diseños más prácticos para los usuarios, cantidad de información a procesar, posibilidad de inclusión de algún sensor auxiliar, etc.

De esta manera, se logró transformar los monitores caracterizados por un gran número de teclas, en otros de pantalla activa pudiéndose visualizar en la pantalla de cuarzo las teclas que el usuario había de apretar para pasar de un menu a otro, y así aportar información general de lotes, cargas, velocidad, flujo de trabajo, rendimiento, pantallas de calibración de peso, distancia, humedad, vibración. (Bragachini et al. 2006) También es importante resaltar la visualización de alarmas, que informan de sucesos críticos ocurridos durante las tareas e incluso permiten que un dispositivo deje de funcionar si fuese conveniente.

A principios de este siglo y debido al surgimiento del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), aparecieron en el mercado los monitores de guiado, con la finalidad de facilitar la tarea de conducción al agricultor o usuario del tractor. Pero no fue esa la única aplicación del GPS, sino que también fue incorporado al resto de monitores de aplicación, ofreciendo así la posibilidad de llevar a cabo una aplicación variable o VRT (*Variable Rate Application*) en el campo, sin que se requiera de un cambio manual de la dosis.

Una tendencia clara en la evolución de los TVs comercializados en los últimos años, radica en la adopción de pantallas activas y compatibles con cosecha, siembra, pulverización, abonado y como navegadores para la toma de muestra. Pasando en este aspecto de ser monitores a pequeños ordenadores personales, con capacidad de ser empleadas para todas las actividades a llevar a cabo en el campo o cultivo de una manera simple y sencilla. De esta manera se consigue reducir el numero de monitores que se encuentra en la cabina de trabajo (guiado, rendimiento y diferentes aplicaciones), por uno sólo en el que puede interaccionar el usuario. (Informe 17º Viaje, 2006)

**Figura 1. Ejemplo de evolución de los niveles de adopción de las diferentes herramientas de la Agricultura de Precisión. (Argentina)**



\*2006 estadística de los primeros 3 meses. Fuente: Proyecto Agricultura de Precisión.



## COMUNICACIONES ENTRE TERMINAL Y EQUIPOS AGRICOLAS

Desde la puesta en mercado del primer sistema de control electrónico, cada fabricante de maquinaria agrícola trató de ganar un perfil independiente, ofreciendo su propio terminal. Esto a menudo conducía “a una jungla” de terminales en la cabina del tractor, quedando a veces bloqueada la visión de la ventana derecha de la cabina.

En Europa, ingenieros agrícolas alemanes encabezaron el estudio en el establecimiento de la estandarización en la transferencia de datos en las máquinas agrarias. Para ello desarrollaron el sistema Bus “Landwirtschaftliches” (LSB), enfocado en la comunicación entre la terminal de la cabina del tractor y la máquina agrícola montada. Sin embargo, este estándar nacional no fue puesto en práctica.

La necesidad de un estándar internacional fue reconocida sólo cuando Fendt tomó la iniciativa y motivó a algunos fabricantes de equipos agrícolas para usar el terminal Vario en sus aplicaciones. (*Competence Center ISOBUS, 2010*). Ello dio inicio de la ISO-11783 o ISOBUS, la cual está encaminada a garantizar la capacidad de intercambio de datos y de funciones de control entre el tractor y sus equipos. Esta norma está integrada por 13 documentos que van desde la definición del medio de transmisión o capa física, hasta la aplicación de un amplio espectro de comunicación serie basado en un sistema CAN. La norma establece el procedimiento y formato de transferencia de datos entre sensores, actuadores, controladores, sistemas de almacenamiento de la información y pantallas tanto si son parte del tractor, como de un equipo.

Dicho BUS está dividido en: segmentos (uno para el tractor y otro para los equipos); ramificaciones (derivaciones dentro de cada segmento); nodos (puntos de unión donde se acoplan dispositivos, sensores, actuadores...); y al menos una unidad de control electrónico (ECU) montada sobre el segmento del tractor. Siendo el concepto base del terminal virtual la idea de que todos los nodos (sensores, dispositivos, actuadores...) conectados a la red, puedan ser operados por el usuario en el terminal. (Ortiz-Cañavate J., 2005)

Las empresas de maquinaria agrícola Amazona, Grimme, Krone, Kuhn, Lemken y Rauch son las encargadas de dirigir la problemática de compatibilidad práctica del sistema. Para ello, se fundó el Centro de Competencias ISOBUS (CCI), con el objetivo de mejorar la utilidad de la tecnología ISOBUS. (*Competence Center ISOBUS, 2010*)

El sistema ISOBUS presenta a día de hoy ventajas tales como la utilización compartida de elementos electrónicos entre equipos reduciendo el coste de desarrollo. Además, la intervención automática de los equipos en el controlador del tractor mejora significativamente la efectividad en el uso de la maquinaria. Para el agricultor y usuario de las máquinas agrícolas la existencia de un sistema totalmente normalizado abre la posibilidad de combinar equipos de distintos fabricantes.

## MARCAS COMERCIALES HOY EN DÍA

La siguiente tabla resume las características básicas de los TVs y monitores disponibles en mercado:

**Tabla 1. Características y Posibles usos por las Terminales Virtuales y monitores de distintas casas comerciales.**

	Pantalla activa	Con GPS Incorporado	Mapeado	Guiado	Sistema de comunicación	Aplicación Variable	Control automático de secciones
Legacy 6000 (Teejet)			X	X	CANBUS	X	X
Envizio PRO (Raven)	X	X	X	X	CANBUS	X	
X20 (Topcon)	X		X	X	CANBUS	X	X
AgGPS FmX (Trimble)	X	X	X	X			X
Basic Terminal TOP (Müller Elektronik)			X	X	ISOBUS		X
Ultra Guidance PSR ISO (Reichhardt)				X	ISOBUS		
Matrix 840G (Teejet)	X		X	X	CANBUS	X	X
CEMOS (Claas)				X	CANBUS		
Cruizer (Raven)	X	X	X	X			
EZ-Guide 500 (Trimble)		X	X	X		X	
Integra (AgLeader)	X		X	X		X	
InSight (AgLeader)	X		X	X	CANBUS	X	
GreenStar 2600 (John Deere)	X		X	X	ISOBUS	X	
Intelliview (New Holland)	X	X		X	ISOBUS		
VarioTerminal 10.4 (Fendt)	X		X	X	ISOBUS		

## CONCLUSIONES

Claramente se puede decir que los monitores han ido evolucionando a lo largo de los años desde su primera utilización como monitores de rendimiento. A día de hoy ya son pocas las tareas o aplicaciones que el agricultor o tractorista desempeña, que este equipo no facilite. En la evolución no se ha tenido muy en cuenta el tipo de conexión entre los equipos por las distintas empresas, complicando mucho la compatibilidad entre sistemas, resultando un mercado poco transparente. De ahí, la necesidad por un sistema de comunicación entre tractor y equipos de manera estandarizado. Mediante la implantación de la norma de comunicación ISOBUS, se consigue una estandarización de la comunicación del tractor y equipos, facilitándose así la interconexión entre los distintos fabricantes.

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar las gracias a mis tutores de trabajo (Pilar y Constantino), por aún en tiempos difíciles, saber sacar tiempo y paciencia para ayudarme en la elaboración de esta revisión bibliográfica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bragachini M., Méndez A., Scaramuzza F., Proietti F. 2006. Historia y Desarrollo de la Agricultura de Precisión en Argentina. 6<sup>to</sup> Curso Internacional de Agricultura de Precisión. Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, pp: 12-14.
- Barreiro P., Valero C. 2004. Normalización de la comunicación del tractor con los equipos. Vida Rural. 15 de Junio 2004: 46-49.
- Mondal P., Tewari V.K., 2007. Present status of precision farming: A review. Int. J. Agric. Res., 2: 1-10.
- Informe Técnico 17º Viaje de capacitación técnica a EE.UU. INTA / Coovaeco – Agosto de 2007. Novedades en Agricultura de Precisión en Productores, Empresas, Universidades y Fram Progress Show 2005 y 2006.
- Ortiz-Cañavate J. 2005. Tractores, Técnica y Seguridad. Ediciones Mundi Prensa. pp.: 163-177.
- Competence Center ISOBUS e.V.- An approach of implement manufactures to introduce ISOBUS – ISO 11783 with a practical orientation. (2010). Yearbook Agricultural Engineering 2010. Editors: Harms, H.; Meier, H.; Meier F.; Metzner, R. pp: 37-40.
- Catálogos comerciales y paginas Web consultadas para la realización de la tabla 2.



## EL OLMO DE MONTAÑA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Martín, María

Tutor: Martín, Juan Pedro

Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: maria.martin.delpuerto@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El olmo de montaña (*Ulmus glabra* Hudson) es una especie de distribución euroasiática. En la Península Ibérica se localiza fundamentalmente en las zonas montañosas del Norte, existiendo poblaciones fragmentadas a lo largo del Sistema Central. Dentro de la Comunidad de Madrid sólo existen cuatro núcleos poblacionales, en los términos municipales de Montejo de la Sierra, Rascafría, Cercedilla y Rozas de Puerto Real. Datos previos sobre el censo y la estructura de dichas poblaciones, indican un alarmante estado de conservación de la especie en este territorio: área de distribución muy fragmentada, poblaciones escasas y alejadas entre sí, con pocos individuos y la mayoría muy jóvenes. La diversidad genética de estas poblaciones ha sido analizada en 86 individuos mediante seis *loci* microsatélites. Se han detectado 30 genotipos diferentes, siendo las poblaciones de Rascafría y Rozas de Puerto Real las de mayor diversidad, mientras que en Cercedilla los seis individuos analizados presentaron el mismo genotipo. Asimismo, se ha detectado un elevado grado de diferenciación genética entre las poblaciones (33%), probablemente debido a la fragmentación de su área de distribución y a las grandes distancias existentes entre las mismas.

**Palabras clave:** conservación *in situ*, *Ulmus glabra*, diversidad genética

### INTRODUCCIÓN

El olmo de montaña (*Ulmus glabra* Hudson) es una especie arbórea de distribución euroasiática, cuyo límite suroccidental se encuentra en la Península Ibérica, donde se localiza fundamentalmente en zonas montañosas del Norte (Ruiz de la Torre, 2006). En el Sistema Central existen alrededor de 15 poblaciones, con una distribución fragmentada a lo largo de las provincias de Segovia, Madrid, Ávila y Cáceres (Martínez *et al.*, 2009). Dentro de la Comunidad de Madrid sólo existen cuatro núcleos poblacionales, en los términos municipales de Montejo de la Sierra, Rascafría, Cercedilla y Rozas de Puerto Real (Tabla 1). Estudios sobre el censo y la estructura de dichas poblaciones, indican un alarmante estado de conservación de la especie en este territorio. Además, las poblaciones de Rascafría y Cercedilla muestran evidentes daños debidos a la grafiosis (Rossilogni y Génova, 2003).

Por otra parte, una correcta evaluación del estado de conservación de las poblaciones del olmo de montaña en la Comunidad de Madrid requiere un conocimiento preciso, tanto de su estructura poblacional, como de la variabilidad genética existente en las mismas. Por ello, en el presente estudio nos hemos planteado llevar a cabo un análisis de la diversidad genética de dichas poblaciones mediante marcadores moleculares de tipo microsatélite, con objeto de utilizar esta información para una posterior elaboración de propuestas de conservación *in situ* adecuadas para la especie.

### MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se han estudiado los cuatro núcleos poblacionales existentes actualmente en la Comunidad de Madrid (Tabla 1). Para cada una de las poblaciones se colectó material foliar de una muestra de individuos representativa, salvo en las poblaciones con un número muy escaso de individuos, de las que se colectó de todos ellos. Dicho material foliar se utilizó para la extracción de ADN genómico total siguiendo



el protocolo del kit “Nucleo Spin Plant II” (CLONTECH Lab.). El ADN extraído se cuantificó en geles de agarosa y, posteriormente, se prepararon diluciones de trabajo de 10 ng/μl en agua destilada y estéril.

**Tabla 1. Localización geográfica, número de individuos y su diámetro medio, de los cuatro núcleos poblacionales existentes en la Comunidad de Madrid.**

Población	Código	Altitud (m)	Longitud (O)	Latitud (N)	Nº de Individuos*	Diámetro medio (cm)
Montejo de la Sierra	MON	1450	3°30'03"	41°06'55"	1(1)	--
Rascafría	RAS	1450	3°50'16"	40°51'58"	~50(33)	10,5
Cercedilla	CER	1560	4°03'23"	40°47'04"	<10(6)	3,5
Rozas de Puerto Real	ROZ	800	4°29'48"	40°12'51"	~70(46)	9,9

\*Entre paréntesis se indica el número de individuos muestreados en cada población para realizar el análisis de la diversidad genética.

Para el estudio de la diversidad genética se analizaron mediante PCR (reacción en cadena de la polimerasa) seis *loci* microsatélite previamente descritos en otras especies del género *Ulmus*: Ulm2, Ulm3, Ulm8 y Ulm9 (desarrollados en *Ulmus laevis*; Whiteley *et al.*, 2003) y Ulmi1-21 y Ulmi1-98 (desarrollados en *Ulmus minor*; Collada *et al.*, 2004). Las reacciones de amplificación se llevaron a cabo en un volumen de 20 μl, con 0,15 mM de cada uno de los cuatro dNTPs, 2 mM de MgCl<sub>2</sub>, 0,8 U de *Tth*-ADN-polimerasa en el tampón suministrado por el proveedor (BIOTOOLS B&M Lab.), 20 ng de ADN molde y 0,5 μM de cada cebador. Las amplificaciones se realizaron en un termociclador MJ Research PTC-100, utilizando el siguiente protocolo: un ciclo inicial de desnaturalización de 4min a 94°C, seguido por 35 ciclos de 45s a 94°C, 1min a 50°C y 1min 30s a 72°C, y un último ciclo de extensión de 10min a 72°C. Los productos amplificados se resolvieron en un secuenciador automático ABI PRISM 3730 y el tamaño de los alelos fue asignado utilizando el programa Peak Scanner™ v1.0 (Applied Biosystems).

Para cada uno de los *loci* en las diferentes poblaciones, se calcularon las frecuencias alélicas y genotípicas, la heterocigosis observada ( $H_o$ ) y esperada ( $H_e$ ), el número efectivo de alelos (NEA) y el índice de información de Shannon ( $I$ ). Asimismo, se llevó a cabo un análisis de la varianza molecular (AMOVA; Excoffier *et al.*, 1992) con objeto de determinar si existen diferencias genéticas entre las poblaciones, así como para calcular el porcentaje de la varianza genética detectada que se debe a las diferencias entre poblaciones y cuál a las diferencias intrapoblacionales. Por último, las relaciones entre los 86 individuos analizados se visualizaron gráficamente mediante un análisis de Coordenadas Principales. Todos estos análisis se realizaron mediante el programa GenAlEx 6.3 (Peakall y Smouse, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el conjunto de los 86 individuos analizados para los seis *loci* microsatélite, el número de alelos detectados varió entre dos para el *locus* Ulm8 y ocho para los *loci* Ulmi1-21 y Ulmi1-28. En los *loci* de la serie Ulm siempre existe un alelo con una frecuencia superior al 50%, mientras que en los *loci* Ulmi1-21 y Ulmi1-98 existen tres alelos mayoritarios, con frecuencias del 20-40%. También se han detectado alelos específicos en cada una de las poblaciones. El número efectivo medio de alelos varió entre 1,17 (CER) y 2,36 (ROZ), con un valor medio total de 1,7 (Tabla 2).

Por otra parte, la combinación de los patrones obtenidos con los seis *loci* permitió diferenciar 30 genotipos distintos en los 86 individuos analizados, siendo 21 de ellos



genotipos únicos o específicos de un individuo. La mayor diversidad de genotipos la encontramos en las poblaciones de Rascafría (16 genotipos diferentes) y Rozas de Puerto Real (12), mientras que en la población de Cercedilla, los seis individuos analizados presentaron el mismo genotipo. El único individuo encontrado en el Hayedo de Montejo presentó un genotipo único.

Los valores medios de heterocigosis (tanto observada como esperada), así como los del índice de información de Shannon, son significativamente más elevados en la población de Rozas de Puerto Real, siendo mucho menores en la población de Cercedilla, mientras que la población de Rascafría presenta unos valores intermedios (Tabla 2).

**Tabla 2. Valores medios del número efectivo de alelos (NEA), índice de información de Shannon (I), heterocigosis observada (Ho) y esperada (He), obtenidos con los seis loci analizados para las poblaciones de Rascafría (RAS), Cercedilla (CER) y Rozas de Puerto Real (ROZ), así como la media global de cada parámetro.**

Población	NEA	I	Ho	He
RAS	1,57	0,46	0,23	0,28
CER	1,17	0,12	0,17	0,08
ROZ	2,36	0,89	0,64	0,51
<b>Media</b>	<b>1,70</b>	<b>0,49</b>	<b>0,35</b>	<b>0,29</b>

El conjunto de datos analizados nos muestran a la población de Rozas de Puerto Real como la de mayor diversidad, lo cual puede resultar lógico si consideramos que es la que presenta el mayor número de individuos (Tabla 1). Asimismo, los niveles de diversidad tan bajos detectados en la población de Cercedilla seguramente son debidos al escaso número de individuos que la componen y a que todos los que han sido analizados presentaron el mismo genotipo. En el caso de la población de Rascafría, aunque el número de individuos que la integran sólo es ligeramente inferior a los de la población de Rozas de Puerto Real y la diversidad existente entre ellos es incluso superior a los de esa población (16 genotipos diferentes frente a 12), se han observado unos bajos niveles de heterocigosis, o lo que es lo mismo una diversidad intra-individual escasa.

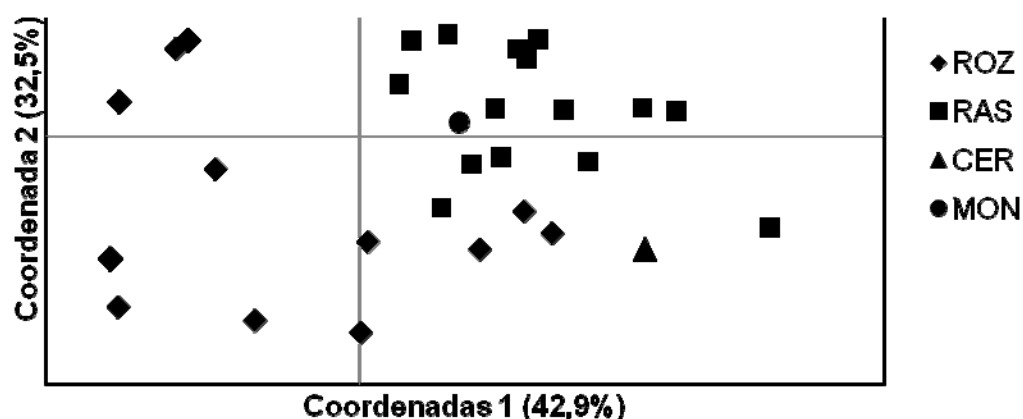
El análisis de la varianza molecular nos ha mostrado que existen diferencias genéticas significativas entre las tres poblaciones estudiadas ( $P < 0,001$ ). Por otra parte, del total de la varianza molecular detectada, el 33% se debe a diferencias entre las poblaciones y el 67% restante a la divergencia existente entre los individuos dentro de las poblaciones. Estos datos nos indican que existe un importante grado de diferenciación genética entre las poblaciones de olmo de montaña presentes en el Sistema Central dentro de la Comunidad de Madrid, probablemente debido a la fragmentación de su área de distribución y a las grandes distancias existentes entre las mismas, lo cual ha generado un aislamiento geográfico y genético que las pone en franco peligro de extinción.

El análisis de Coordenadas Principales se basó en los valores de la matriz de distancias cuadradas generada para los 86 individuos analizados. Este análisis nos permite visualizar gráficamente la estructura de las poblaciones y las relaciones existentes entre los individuos (genotipos) que las componen. En la Figura 1 se representa el gráfico obtenido para las dos primeras coordenadas principales, que explican el 75,4 % de la variación observada. Los genotipos de las poblaciones de Rozas de Puerto Real y Rascafría aparecen distribuidos en dos grupos diferenciados, sin embargo, los individuos de Rozas de Puerto Real presentan una mayor dispersión. El único genotipo observado para los seis individuos analizados de la población de Cercedilla aparece ligeramente separado de los dos grupos anteriores, aunque algo más próximo a los individuos de Rascafría. El individuo de Montejo de la Sierra se ubica dentro del grupo de genotipos de



Rascafría, lo cual tiene sentido por su mayor proximidad geográfica. Por lo tanto, estos resultados nuevamente reflejan, por una parte, el elevado grado de diferenciación genética detectado entre las poblaciones estudiadas, probablemente debido al aislamiento geográfico existente entre ellas y, por otro lado, el mayor nivel de diversidad intrapoblacional observado en Rozas de Puerto Real con respecto a Rascafría, mientras que en la población de Cercedilla dicha diversidad es prácticamente nula.

**Figura 1. Análisis de Coordenadas Principales, donde se muestra la distribución de los 31 genotipos obtenidos para los 86 individuos analizados en las cuatro poblaciones estudiadas: ROZ (Rozas de Puerto Real), CER (Cercedilla), RAS (Rascafría) y MON (Montejo de la Sierra).**



## CONCLUSIONES

El conjunto de datos que se tienen sobre los núcleos poblacionales de olmo de montaña existentes actualmente en la Comunidad de Madrid nos indican un alarmante estado de conservación de la especie en este territorio: poblaciones escasas, aisladas geográficamente, con pocos individuos y la mayoría de ellos muy jóvenes. Dicho aislamiento geográfico probablemente sea el causante del elevado grado de diferenciación genética detectado entre las poblaciones. A todo esto tenemos que unir la escasa diversidad genética que, en general, presentan. En este sentido, cabe destacar que la población más diversa es la de Rozas de Puerto Real, siendo además la que mayor número de individuos y mejor estado fitosanitario presenta. Todo esto se habría de tener en cuenta para futuras propuestas de conservación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el Marco del Proyecto "Análisis del estado de conservación de *Ulmus glabra* Hudson en la Comunidad de Madrid. Identificación de las principales amenazas y elaboración de propuestas de gestión". CCG07-UPM/AMB-1467.

## BIBLIOGRAFÍA

- Collada C., Fuentes-Utrilla, P., Gil L., Cervera, M. T. 2004. Mol. Ecol. Notes, 4: 731-732.  
Excoffier L., Smouse P.E., Quattro J.M. 1992. Genetics, 131: 479-491.  
Martínez F., Génova M., Gómez F., Merino S., Arche J. 2009. 5º Congreso Forestal Español. Ávila, España.  
Peakall R., Smouse P.E. 2006. Mol. Ecol. Notes, 6: 288-295.  
Rossignoli A., Génova M. 2003. Ecología, 17: 99-121.  
Ruiz de la Torre J. 2006. Flora Mayor. OAPN, Dirección General para la Biodiversidad, Madrid.  
Whiteley R.E., Black-Samuelsson S., Clapham D. 2003. Mol. Ecol. Notes, 3: 598-600.





## LA ROBÓTICA COMO HERRAMIENTA DE LOS NUEVOS PROFESIONALES AGRARIOS

Braojos, Diego; Celaya, Julia; Molina, Marta

Tutores: Velasco, Ana

<sup>1</sup>Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias. E.T.S.I. Agrónomos  
Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: d.braojos@alumnos.upm.es; .celaya@alumnos.upm.es, martamolina@alumnos.upm.es

### INTRODUCCIÓN

Según la Real Academia Española un robot es una máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas. En el caso concreto de la agricultura se define como “robot agrícola” a equipos de bajo tamaño (menos de un metro) y potencia (entre 1 y 30 CV), ligeros (entre 1 y 100 Kg) e inteligentes (Barreiro y Diezma, 2009), que se mueven por los cultivos de forma autónoma para la captura de datos agronómicos y la realización de tareas agrícolas. Esta innovación tecnológica requiere de sensores muy precisos y aunque hay varios niveles de autonomía, la autonomía total es muy rara en la actualidad y la intervención del hombre es casi siempre necesaria.

Con la introducción de la robótica agrícola, que puede considerarse la vanguardia de la agricultura de precisión, se abre una nueva vía para la mecanización agraria, en la que las grandes máquinas automotrices dirigidas manualmente (tractores, cosechadoras) dan paso a pequeños vehículos autónomos (*Small Smart Machines*) capaces de realizar tareas específicas a nivel de planta (*Plant Level Systems*). Actualmente las tareas que pueden ser realizadas por estos robots son: de supervisión (scouting), escarda selectiva, microabonado, micropulverización, microlaboreo, siembra directa individualizada, poda localizada y recolección selectiva. Como ejemplo concreto sobre el uso de la robotización de la agricultura española encontramos el caso de los invernaderos de Almería donde algunos “fitorobots” son los encargados de la fumigación, evitando así los accidentes y potenciales intoxicaciones a las que los agricultores se exponen con esta práctica.

**Palabras clave:** robot agrícola, vehículos autónomos, mecanización agraria

### PROBLEMÁTICA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Aunque la robotización del campo se encuentra todavía poco extendida y la mayoría de los proyectos se encuentran todavía en fase de investigación, es un proyecto tecnológico de la industria para mejorar la competitividad y rentabilidad de la agricultura para reducir costes de producción y al mismo tiempo incorporar elementos de prevención a favor de la calidad medioambiental (Moyano y Velasco, 2004).

Suponiendo que la robotización agrícola sea un hecho en un futuro próximo, el plantearnos qué habilidades y competencias precisa un agricultor capaz de supervisar estos equipos tiene gran importancia ya que de ello dependerá la incorporación de esta tecnología en el medio rural. En este trabajo se propone una exploración y análisis a partir de un enfoque sociológico mediante el cual trataremos de responder a esta pregunta basándonos en la opinión de los actuales creadores de la tecnología y de los futuros usuarios de la misma.

### METODOLOGÍA

Para responder a nuestro cuestionamiento hemos realizado una exploración apoyándonos en la técnica de “grupos de discusión” (Ibáñez, 2003). Es una de las técnicas de investigación social de carácter cualitativo que consiste en que, a través de la



producción de discursos de sujetos en grupo, lleguemos a conocer aspectos de lo social procedentes de la subjetividad de sus actores. Los participantes de un grupo de discusión expresan sus opiniones sobre un tema de interés común. Cada persona componente del grupo aporta informaciones sin modificar las de los demás. En el grupo de discusión hay un animador que guía la discusión hacia los temas objeto de debate y vigila que se mantenga un clima de participación. Los participantes se seleccionan porque tienen ciertas características comunes que les relacionan con el objeto de la discusión de tal manera que se facilite el intercambio de opiniones sobre aspectos que todos conocen. Cada participante habla y puede responder, a su vez, el que responde puede cuestionar y volver a hacer otras preguntas, se alcanza así una conversación. El producto del grupo de discusión es una información que habla de lo social y genera conocimiento para identificar situaciones o problemáticas y apuntar posibles soluciones. Hemos reunido a dos grupos diferentes de informadores, uno estaba formado por ingenieros o futuros constructores de la robótica y el segundo por agricultores en formación o futuros usuarios potenciales de esta tecnología.

## RESULTADOS OBTENIDOS

La tendencia que sigue la tecnología es a la automatización de los procesos y ahí es donde tiene cabida la robótica. Con ella, lo que se conseguiría sería un fraccionamiento del trabajo del agricultor.

El punto fuerte de esta tecnología está en la reducción de costes del empresario, pues el robot aumentaría el rendimiento y reduciría los costes de mano de obra.

Por otro lado, no debe considerarse a la robótica exclusivamente desde el punto de vista productivista, ya que otros aspectos favorables de esta tecnología serían la minimización del impacto medioambiental de las prácticas agrícolas, la mayor trazabilidad de los productos y la mejora de la calidad de vida del agricultor. De esta forma, la robótica debe plantearse como un input, una ayuda al agricultor.

Previa a la robotización propiamente dicha, debería producirse un cambio en la mentalidad de los agricultores, que podría conseguirse mediante la vía de la formación y de la ruptura de la brecha tecnológica existente entre el mundo rural y el urbano.

Esta tecnología exige también unos conocimientos especiales del agricultor; por ejemplo, al necesitar el agricultor saber utilizar el robot, precisa de ciertos conocimientos informáticos. Así, la robótica podría ser un reclamo para algunos jóvenes que están familiarizados con las nuevas tecnologías y quieren optar por residir en el medio rural.

## CONCLUSIONES

Hoy por hoy, el mantenimiento de los robots es complejo. Los ingenieros deben lograr diseñar robots de mantenimiento más sencillo.

A la hora de diseñar los robots, habría que plantearse cuáles son los posibles futuros usuarios: grandes agricultores o pequeños agricultores, empresas capitalizadas, consultorías, cooperativas, empresas de servicios, etc. Esta tecnología será cara, en un principio, como toda innovación; pero quizá la salida al mercado pueda tener dos opciones: compra, si la explotación puede rentabilizarla o alquiler y uso múltiple que permitiría compartir gastos.

El robot no reemplazaría totalmente la mano de obra; seguirían siendo necesarios operadores, ya que no puede prescindirse del factor humano en cuanto a la toma de decisiones. Simplemente cambiarían las funciones del trabajador. En este contexto, surge otro interrogante: ¿cuál sería la mano de obra que se sustituiría? Y en la coyuntura socioeconómica en la que nos encontramos, ¿es socialmente viable la robótica?



De esta exploración surge una serie de interrogación que invitan a la reflexión: Es un hecho que la robotización del campo presenta un futuro incierto, en el que quedan muchas preguntas por responder:

- ¿es viable esta tecnología a medio plazo?
- ¿cómo deben ser los robots, monovalentes o polivalentes?
- ¿para qué tipo de agricultores es viable?
- ¿para qué tipo de agricultura es viable?
- en contra de la tendencia aparente hacia la robotización generalizada, ¿debe crearse un nuevo concepto de agricultura específico que pueda coexistir con otros modelos de agricultura como el ecológico, el de conservación o el de precisión?

## BIBLIOGRAFÍA

Barreriro, P. y B. Diezma. 2009. La robotización de las labores agrícolas como apuesta de futuro. Dpto. Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos.

Ibáñez, J. 2003. "Cómo se realiza una investigación mediante grupos de discusión" in García Fernando, M. Ibáñez, J. Alvira, F. El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. Alianza Editorial pp. 283-297.

Moyano, E. Velasco, A. 2004. "Nuevas agriculturas, Nuevos agricultores. Actitudes de los agricultores ante los nuevos sistemas agrarios en Agricultura familiar en España 2004. Madrid. Fundación de Estudios Rurales. pp. 183-191.





## CULTIVO DE MERISTEMOS DE VINCA

Laguna, Isidoro

Tutores: Martín, M<sup>a</sup> Carmen; Sansegundo, Consuelo

Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Email: isidoro.lag.ul@gmail.com

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo el ensayo de dos medios de cultivo distintos (medio MS con y sin reguladores de crecimiento, NAA y BAP) para la propagación *in vitro* de la especie *Vinca major* L. (Apocynaceae) a partir de meristemos caulinares de yemas apicales.

Se ha completado el proceso de propagación mediante cultivo *in vitro*, desde la siembra de meristemos en medio de cultivo en condiciones asépticas hasta la aclimatación a tierra, pasando por las fases de elongación y enraizamiento.

Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas en las variables consideradas para evaluar el uso de los dos medios de cultivo ensayados. Sin embargo, sí hay diferencias en el aspecto general de la planta obtenida en un medio con reguladores de crecimiento.

**Palabras clave:** meristemo, cultivo *in vitro*, reguladores de crecimiento

### INTRODUCCIÓN

Los tejidos meristemáticos juegan un papel muy importante en el desarrollo vegetativo, produciendo células indiferenciadas que darán lugar a gran diversidad de tejidos y órganos. En un sentido amplio, los meristemos pueden ser definidos como un grupo de células que poseen la capacidad de multiplicarse y de continuar indiferenciadas. Existe una gran variedad de meristemos, definidos según su posición en la planta. Así, encontramos meristemos radicales y meristemos caulinares; éstos últimos, según la posición de la yema en que se encuentran pueden ser apicales y axilares. Los explantos meristemáticos caulinares, de unos 200 µm aproximadamente de longitud, comprenden el domo apical, con la protodermis y el procambium (o *túnica* y *corpus*, respectivamente), y uno o dos esbozos foliares (George *et al.*, 2008; Taiz *et al.*, 2006)).

El cultivo de meristemos o de ápices de tallo se ha venido realizando con tres objetivos diferentes, básicos o aplicados: 1) estudio del funcionamiento del meristemo; 2) reconstitución de clones libres de virus a partir de plantas madre infectadas; y 3) propagación vegetativa con un nivel de multiplicación elevado y mínimo riesgo de producción de variantes (Margara, 1988). Los estudios realizados con diversas especies ponen en evidencia la aptitud de las yemas vegetativas para la regeneración de plantas enteras (George *et al.*, 2008). Por ello, el cultivo de meristemos caulinares resulta uno de los métodos de multiplicación *in vitro* más eficaz desde el punto de vista de la estabilidad genética y además, permite la asociación de las técnicas multiplicativas con las técnicas de lucha fitosanitaria (Cassells *et al.*, 2006).

### MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado procede de yemas de la especie *Vinca major* L., de la familia Apocynaceae. Es una planta ornamental con una altura de alrededor de un metro, perenne, con tallos erectos y cortos. Las flores, de colores que van desde el azul al púrpura, miden entre 3 y 5 centímetros lo que hace que sea muy atractiva para la jardinería.



Otros usos de las especies del género *Vinca* es la extracción de alcaloides, usados como medicamentos para el tratamiento de diferentes formas de cáncer (hasta ahora se han aislado: Vinblastina, Vincristina, Vindesina y Vinorelbina).

Utilizando vástagos de 5 cm, se llevó a cabo la asepsia de los mismos en una solución de hipoclorito sódico al 10% durante 5 minutos, aclarando tres veces con agua destilada esterilizada a continuación.

Trabajando en cámara de flujo laminar, se extrajeron doce meristemos de yemas apicales con la ayuda de una lupa binocular (previamente esterilizada su superficie con etanol al 70%) y se sembraron en placas de Petri con medio MS (Murashige & Skoog, 1962) sin reguladores de crecimiento. Se añadió sacarosa (30g/l) como fuente de carbono; y agar (7 g/l) como agente gelificante. Antes de la esterilización del medio en autoclave, se ajustó el pH a 5,7-5,8.

Las placas se incubaron en una cámara de crecimiento durante dos semanas, tras las cuales se llevó a cabo el subcultivo a placa de Petri, transfiriendo 6 meristemos a medio MS con reguladores de crecimiento: auxinas (0,5 mg/l NAA) y citoquininas (0,5 mg/l BAP), y los 6 restantes a medio MS sin reguladores de crecimiento.

**Imagen 1 – Plántula regenerada a partir de un meristemo apical desarrollado en medio MS + 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l BAP tras 4 semanas de cultivo**



Tras un mes de crecimiento en los dos medios ensayados, se realizó otro subcultivo transfiriendo los meristemos desarrollados a tarros de vidrio que contenían medio MS (de igual composición al anterior) sin reguladores de crecimiento para favorecer la elongación del tallo y el enraizamiento. Los explantos se mantuvieron en esta nueva fase durante 4 semanas.

En todas las fases del cultivo las condiciones de la cámara de crecimiento fueron de 25°C, y un fotoperíodo de 16 h luz y 8 h oscuridad.

A continuación, se llevó a cabo la aclimatación de las plántulas obtenidas a condiciones *ex vitro*. Para ello se transfirieron a alveolos que contenían una mezcla de turba y vermiculita. Previamente, al extraer los explantos de los recipientes con el medio de cultivo, se limpiaron con agua para eliminar restos del medio, y se trataron con el fungicida Gryptonal a concentración 1/100 v/v. Los alveolos con los explantos se colocaron en un invernadero, y se mantuvo una humedad suficiente, para evitar pérdidas por desecación, con supervisiones diarias del estado de las plantas.

Paralelamente durante todo el tiempo de cultivo se llevó a cabo la toma de datos con los parámetros: Número de hojas; Número de nudos; Presencia y Número de raíces; y el estado general de la planta (para esta variable se establecieron 5 categorías, de 1 a 5, de peor a mejor aspecto, para la valoración subjetiva de los explantos).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los doce meristemos extraídos y sembrados en medio MS mostraron todos ellos a las dos semanas una respuesta positiva, sin aparecer contaminaciones ni en el medio ni en los explantos, con una supervivencia del 100%.

Tras el establecimiento, se llevó a cabo el ensayo de los medios para el desarrollo de los meristemos: medio MS y medio MS con reguladores de crecimiento (0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l BAP). Al cabo de 4 semanas, la supervivencia de los explantos en medio MS con reguladores de crecimiento era del 100%, y la obtenida en el medio MS sin reguladores fue del 83,33%, ya que uno de los explantos presentó necrosis.

Durante el cultivo de 4 semanas en el medio de enraizamiento (medio MS) se produjo la pérdida de otros cinco explantos más (3 de ellos procedentes del medio con reguladores y 2 del medio sin reguladores de crecimiento) también por necrosis. Los seis explantos supervivientes, 3 de cada uno de los dos medios ensayados, fueron transferidos a condiciones *ex vitro*. En ese momento se evaluó a través de distintas variables el estado de desarrollo de cada uno de ellos (Tabla 1).

**Tabla 1 – Estado de desarrollo de los explantos en el momento de la aclimatación.**

Explanto	Medio ensayado	Nº de hojas	Nº de nudos	Nº de raíces	Valoración del estado general (1 a 5)
1.1	Medio MS	8	4	1	3,43
1.2		8	4	0	3,71
3.1		12	6	1	3,71
2.1	Medio MS + 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l BAP	12	6	1	4,29
4.1		14	7	3	4,86
4.3		10	5	1	4,29

Para evaluar el efecto de los dos medios de desarrollo de meristemos ensayados sobre las plántulas de *Vinca major* obtenidas, se llevó a cabo un análisis estadístico de comparación de muestras independientes (test de Student) de todas las variables consideradas (Tabla 2). En dicho análisis se observa que sólo se detectan diferencias significativas en la variable que cuantifica la valoración subjetiva del estado general de los explantos. En este parámetro se recogen tanto el aspecto de las unidades experimentales como su desarrollo (hojas, tallo, raíces etc) que no pueden ser medidos directamente por mantener las condiciones asépticas del cultivo.

Tras la fase de aclimatación a tierra tan sólo sobrevivieron dos explantos, cada uno propagado en un medio distinto de crecimiento. La supervivencia final de los meristemos propagados mediante cultivo *in vitro*, para los dos medios ensayados, fue del 16,67%.

En un ensayo de diferentes medios de cultivo en ápices de alcachofa (*Cynara cardunculus*) Castiglione y colaboradores (2007) observaron que el empleo de medios con altas concentraciones de reguladores de crecimiento pueden suponer una drástica reducción en el número de plantas regeneradas debido a pérdidas por vitrificación y necrosis. Estos datos avalan los resultados obtenidos en este trabajo en el que la utilización de medios sin reguladores no ha mostrado peores rendimientos que en el medio con ellos, aunque hay que tener en cuenta el bajo número de explantos utilizados. Si bien no hay diferencias significativas en la eficiencia de la regeneración con ambos medios, sí es de destacar el mayor desarrollo tras la fase de aclimatación *ex vitro* del explanto procedente del medio con reguladores de crecimiento.

**Tabla 2- Test de Student de independencia de medias.**

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Nº de hojas	Se han asumido varianzas iguales	0,308	0,609	1,512	4	0,205
	No se han asumido varianzas iguales			1,512	3,92	0,207
Nº de nudos	Se han asumido varianzas iguales	0,308	0,609	1,512	4	0,205
	No se han asumido varianzas iguales			1,512	3,92	0,207
Nº de raíces	Se han asumido varianzas iguales	3,2	0,148	1,342	4	0,251
	No se han asumido varianzas iguales			1,342	2,941	0,274
Estado general (1 a 5)	Se han asumido varianzas iguales	3,336	0,142	4,078	4	0,015
	No se han asumido varianzas iguales			4,078	2,912	0,028

## CONCLUSIONES

A la vista de los datos y resultados estadísticos de las variables consideradas, podemos concluir que el cultivo de meristemos de *Vinca major* en medio con reguladores de crecimiento (MS + 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l BAP) no muestra diferencias significativas respecto a un medio sin los mismos. Aunque no sea significativa, sí se ha podido observar una mayor elongación de los tallos en los explantos cultivados en el medio con reguladores. Asimismo, resultó significativamente diferente la valoración general del estado de los explantos procedentes de dicho medio. El bajo número de supervivientes al final del ensayo no permite establecer unas conclusiones definitivas en cuanto al cultivo de meristemos en esta especie, si bien parece mostrar que la regeneración a partir de meristemos cultivados en medio sin reguladores no presenta problemas, pero que un mayor desarrollo de los mismos pudiese ser posible con la adición de bajas concentraciones de reguladores.

De cualquier forma, la oportunidad de desarrollar esta práctica y completarla permite ver cómo es el desarrollo de los experimentos realizados en las aulas, sobre todo en aquellos en los que son necesarias varias semanas para conocer la magnitud e importancia de lo realizado.

## AGRADECIMIENTOS

A M<sup>a</sup> Carmen Martín Fernández y Consuelo Sansegundo Pérez, mis tutoras, por su ayuda y dedicación. Gracias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cassells, A.C.; Gahan, P.B., 2006. Dictionary of plant tissue culture. Food Products Press. Binghamton, New York (EE.UU.).
- Castiglione, V. *et al.*, 2007. *Acta Hort.* 730, Proc. VI<sup>th</sup> on Artichoke, Cardoon and Their Wild Relatives.
- George, E.F.; Hall, M.A.; De Klerk, G-J., 2008. Plant propagation by tissue culture 3<sup>rd</sup> edition. Volume 1. The background. Springer, Dordrecht (Holanda).
- Margara, J., 1988. Multiplicación vegetativa y cultivo *in vitro*- Los meristemos y la organogénesis. Ed. Mundi-Prensa, Madrid (España).
- Murashige, T.; Skoog, F., 1962. *Physiol. Plant.*, 15, 473-497.
- Taiz, L.; Zeiger, E., 2006. Plant Physiology, 4<sup>a</sup> ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts (EE.UU.).





## BIODIVERSIDAD DE LAS PRADERAS DEL JARDÍN DE LA ETSIA

Mújica, Alexandra; López, Melanie ; Del Reino, Manuel

Tutores: Moreno, Santiago<sup>1</sup>; De la Torre, Daniel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal E.T.S.I. Agrónomos .Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico (AUTOR/ES): md.reino@alumnos.upm.es;

alexandra.mugica.corrales@alumnos.upm.es;melanie.lopezh@alumnos.upm.es

### RESUMEN

En este trabajo se intenta reflejar la diversidad botánica de especies herbáceas de las praderas de la ETSIA. Para ello se han estudiado detenidamente tres parcelas y sus diferentes características con la intención obtener unos resultados que nos permitan sacar conclusiones de cómo se desarrollan las plantas en el jardín y de cómo se puede mejorar y mantener la biodiversidad del mismo. En este trabajo se plantean algunas cuestiones en cuanto al desarrollo de la pradera y su ambiente, como por ejemplo la exposición al sol, la existencia de plantas invasoras y exóticas, la posible extinción de algunas especies, y otros factores de competencia. De esta manera se podrá realizar un estudio a lo largo de varios años que refleje la evolución de las especies que habitan en nuestros jardines.

**Palabras clave:** *biodiversidad, especies herbáceas, competencia*

### INTRODUCCIÓN

Los objetivos de este trabajo son principalmente dos: en primer lugar, recopilar datos de cobertura y diversidad de especies de nuestras parcelas con el fin de que otros alumnos puedan estudiar en los próximos años qué cambios se producen y a qué pueden deberse esos cambios; y en segundo lugar, poder llegar a reflexionar sobre qué intervenciones se pueden hacer para conservar las praderas de la forma mas adecuada, manteniendo esa diversidad de especies que permite poder ofrecer a la Escuela una riqueza botánica propia de lo que estudiamos en ella.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio de la diversidad en las tres parcelas elegidas se realizó a principios de Noviembre del año 2009, antes de las primeras heladas, cuando las plantas presentaban buenas condiciones para ser estudiadas. Para estudiar la diversidad hemos utilizado el índice de Simpson y hemos calculado la cobertura de cada parcela. El trabajo cooperativo de todos los alumnos de 2º curso permitió obtener datos de 1025 puntos para calcular la cobertura. Se utilizó un método indirecto basado en la utilización de un marco con varillas (cover pin frame). Se trata de un bastidor en forma de U invertida. En perforaciones del travesaño horizontal se introducen las varillas y se van bajando verticalmente hacia el suelo y se anotan las especies que son interceptadas. Después con los datos obtenidos se realiza un estudio de cobertura y diversidad.

Las tres parcelas analizadas son: 1) parcela delimitada por la Avda. Complutense, fachada Este de la escuela y los dos grupos de cedros; 2) parcela junto a la barrera de entrada del aparcamiento de profesores; 3) parcela triangular frente a la unidad de Bioquímica.

(Imagen 1).

La cobertura está calculada en función de las varillas y no en función de los individuos interceptados, lo cual da lugar a que los porcentajes no sumen cien, ya que una misma



varilla puede interceptar varios individuos de distinta especie. Estos porcentajes se podrían ponderar, pero se prefiere trabajar con estos datos, y por ello no los cambiaremos.

El índice de Simpson se ha calculado con la formula  $1 - \sum p_i^2$ , donde  $p_i = n_i / N$ .

Siendo “n” el número de especies de cada parcela, “ni” el número de individuos de la especie “i” en cada parcela y N el número total de individuos interceptados en dicha parcela de todas las especies que se han visto en esa parcela.

**Imagen 1. Parcelas analizadas.**



## RESULTADOS

Se observó la presencia de diferentes especies, englobando algunas de ellas en género, como por ejemplo *Setaria sp.*, debido al parecido entre las propias especies o subespecies, de tal manera que hemos localizado 23 especies. Además hemos tenido en cuenta también la cobertura del terreno desnudo, dentro del cual no hemos incluido la zona de sombra de los cedros, ni el camino que atraviesa la primera de las parcelas. Con los datos de campo calculamos la cobertura (Tabla 1); y posteriormente el índice de Simpson, obteniendo unos datos de 0,814 para la primera parcela, 0,864 para la segunda parcela y 0,891 en la tercera parcela. Este índice de diversidad lo interpretamos como la probabilidad de que al escoger dos individuos al azar pertenezcan a distinta especie. Utilizando este índice el valor de la diversidad está acotado entre un valor de 1, y un valor de 0.

A la hora de hacer un análisis de nuestras parcelas, hemos tenido en cuenta la forma biológica de las especies, así como su origen (autóctonas / alóctonas). Además hemos considerado importante saber que especies son de hoja ancha o de hoja estrecha, así como a qué familia pertenecen. Estas cuestiones pueden ser importantes en el momento de entender las diferencias de cobertura entre las parcelas, puesto que unas tienen diferentes propiedades que otras, en cuanto a la exposición al sol, al viento, la frecuencia de la siega, etc.

También hemos calculado la cobertura según las familias mas importantes (Tabla 2), y según la forma biológica (Tabla 3), pensando que puede ser algo a tener en cuenta,



sobre todo en estudios posteriores, viendo si hay cambios importantes o si se mantienen las proporciones.

**Tabla 1. Cobertura (%) por parcelas.**

ESPECIES/ PARCELAS	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3
Terreno desnudo	11,02	1,85	5,27
<i>Poa annua</i>	40,98	23,12	20,49
<i>Cynodon dactylon</i>	19,51	23,12	18,73
<i>Paspalum dilatatum</i>	1,85	13,56	15,32
<i>Sporobolus indicus</i>	7,12	24,68	14,24
<i>Setaria sp.</i>	0,68	2,73	0,20
<i>Cyperus rotundus</i>	0,00	0,10	0,29
<i>Trifolium spp.</i>	3,71	9,37	2,93
<i>Medicago sativa</i>	0,59	4,29	9,37
<i>Taraxacum officinale</i>	5,95	3,12	4,29
<i>Bellis perennis</i>	10,24	0,00	0,98
<i>Polygonum aviculare</i>	0,68	1,27	3,41
<i>Achillea millefolium</i>	0,68	0,59	19,51
<i>Daucus carota</i>	0,78	1,27	0,78
<i>Plantago spp.</i>	2,83	2,15	0,78
<i>Oxalis corniculata</i>	6,05	20,00	4,20
<i>Galium aparine</i>	4,88	0,20	0,20
<i>Veronica persica</i>	0,10	0,49	1,27
<i>Malva sylvestris</i>	0,49	0,20	0,68
<i>Viola odorata</i>	0,00	0,00	0,68
<i>Potentilla reptans</i>	1,37	0,00	1,07
<i>Portulaca oleracea</i>	2,63	2,44	8,78
<i>Ajuga reptans</i>	1,07	0,20	0,00
<i>Lamium purpureum</i>	0,20	0,10	0,78

Destaca escasez de geófitos, que sin embargo se podían ver en los márgenes de la parcela 1 el año pasado. Esto parece ser debido a que en este año se hizo una siega que estas plantas no han podido resistir, además de que se eliminaron algunos setos que las cubrían, y distintos ejemplares de *Ailanthus altissima*, la cual es una planta invasora que empezaba a causar problemas. Estos geófitos no tienen la misma capacidad de recuperarse ante una siega que las gramíneas y por ello han desaparecido ante tal cambio en su reducido hábitat.

Otro dato a tener en cuenta es que en la parcela 1, hay más terreno desnudo, sobre todo en los márgenes, lo que quizá se debe a un terreno más transitado, más ácido (debido en gran parte por el aporte de acículas de los cedros), y a que está atravesado por un camino, que influye en los bordes que lo delimitan. Este factor lo debemos tener en cuenta para evitar la erosión de estas zonas, y para ello se pensará que intervenciones se pueden hacer.

**Tabla 2. Cobertura por familias.**

FAMILIAS	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3
Gramíneas	70,14	87,31	69,27
Leguminosas	4,3	13,66	12,3
Compuestas	16,19	3,12	5,27
Poligonaceas	1,36	1,86	22,92

**Tabla 3. Cobertura según la forma biológica.**

Forma Biológica	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3
Terófitos	55,52	47,62	39,13
Hemicriptófitos	54,19	82,35	89,36
Geófitos	0	0,1	0,29



Destacan especies de la familia de las gramíneas, aunque encontramos algunas importantes representaciones de oxidáceas, poligonáceas y asteráceas. De forma poco técnica, se puede decir que todas las gramíneas encontradas son de hoja estrecha, y las demás plantas son de hoja más o menos ancha, dependiendo de la especie.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que la parcela 1 está más abrigada respecto al viento y a las heladas de irradiación, y que tiene menos radiación solar directa que las otras dos parcelas, ya que recibe sombra y cierto abrigo de la fachada de la Escuela, de los Plátanos de la Avenida Complutense y de los Cedros. Se ha buscado información sobre cada especie (*Herbario de Jaca*) y de forma resumida destacan como plantas de sombra *Ajuga reptans* y *Viola odorata*; y como plantas que prefieren luz directa *Plantago sp.*, *Poa annua*, *Setaria sp.*, y *Cyperus rotundus*, entre otras. Las demás no se ven muy afectadas por la cantidad de luz, sino por otros factores como la humedad, el nitrógeno del suelo, etc.

## CONCLUSIONES

En primer lugar, llama la atención que aunque casi todas las especies son autóctonas, sin embargo dos especies alóctonas *Paspalum dilatatum* y *Sporobolus indicus* tienen una gran representación en las parcelas 2 y 3. Ambas tienen carácter invasor (*Informe botánico sobre la laguna de Louro*), lo cual puede ser un problema en el futuro, y algo a tener en cuenta para posteriores estudios de la evolución del jardín. Su elevada cobertura en estas dos parcelas puede ser debida a su mayor resistencia a la siega frente a otras especies, y ello puede ser una ventaja que estas dos gramíneas aprovechan sobre otras especies que tardan más en recuperarse. Esto se debe en gran parte a que muchas gramíneas están bien adaptadas para cubrir el suelo descubierto y son relativamente resistentes a ser pisadas o al pastoreo debido a que sus hojas crecen desde la base, y siempre que su base permanezca intacta, puede haber crecimiento inmediatamente luego de haber sido segada o comida la parte productiva de las gramíneas. Aún así se debe hacer un estudio más riguroso para sacar conclusiones seguras, lo cual implica ver la evolución de este jardín al menos en dos años.

En cuanto a la diversidad, se aprecia que es bastante alta en todo el jardín, especialmente en la parcela 3, por ello pondremos hincapié en estudiar a lo largo de los años siguientes si está se conserva o se ve amenazada.

## BIBLIOGRAFÍA

Dra. Carmen Lence Paz, Dra. Carmen Acedo Casado, Dra. Raquel Alonso Redondo, Dr. Félix Llamas García, 2004, Informe botánico sobre la laguna de Louro, 17 pags.  
Instituto Pirenaico de Ecología y Gobierno de Aragón (Departamento de Medio Ambiente), 2005, Herbario de Jaca.  
Universidad de Barcelona, 2007, Herbario Virtual del Mediterráneo Occidental.  
Universidad pública de Navarra, 2005, Herbario de la universidad pública de Navarra.

## **SESIÓN C3**





## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD Y PESO DE LA CAMADA, DESDE SU NACIMIENTO HASTA EL DESTETE, EN CONEJAS SUPLEMENTADAS CON PROPILENGLICOL EN EL AGUA DE BEBIDA

Aguado, Fernando<sup>1</sup>; Velasco, Beatriz<sup>2</sup>; Sakr, Osama<sup>2</sup>

Tutores: García-García, Rosa M<sup>a</sup><sup>1</sup>; Rebollar, Pilar G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fisiología (Fisiología animal). Facultad de veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Avda. Ciudad Universitaria s/n. 28040-Madrid.

<sup>2</sup>Departamento de Producción animal. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid. Avda. Ciudad Universitaria s/n. 28040-Madrid.

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es conocer si la administración de propilenglicol, como fuente de energía en la alimentación de las conejas influye positivamente en el crecimiento y viabilidad de sus gazapos. Para ello, se analizaron 101 camadas de conejas que tomaron el suplemento energético en el agua de bebida desde la última semana de gestación (grupo PG-largo; n=17) o desde el parto (grupo PG-corto; n=42) hasta el destete (25 días) y, conejas que no tomaron suplemento (grupo control; n= 42). Se controló el peso y el número de gazapos de las camadas en distintos momentos (parto, 7, 14 y 21 días postparto). No se observaron diferencias entre grupos en la tasa de mortalidad de los gazapos que fue de un 7,8% de media. Los pesos de las camadas del grupo PG-corto a los 21 días post-parto, así como la producción de leche, fueron más elevados que los del grupo control, mientras que los del grupo PG-largo resultaron intermedios. Las conejas que no fueron suplementadas energéticamente tuvieron un consumo de alimento mayor.

**Palabras clave:** gazapo, propilenglicol, viabilidad

### INTRODUCCIÓN

El objetivo del estudio fue valorar el crecimiento y viabilidad de los gazapos de conejas a las que se les administró propilenglicol desde el final de la gestación o desde el momento del parto hasta el destete, ya que cabe la posibilidad de que este compuesto suplementado en el agua aporte a la leche más energía, y permita una ganancia de peso mayor y/o un mejor desarrollo de los gazapos.

El propilenglicol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>) es un alcohol polihídrico incoloro, inodoro, ligeramente acre y dulce al gusto miscible con el agua, y con otros disolventes polares. Este compuesto se metaboliza vía lactato- piruvato o vía piruvato-ciclo de los ácidos tricarboxílicos y es un precursor de la glucosa con un alto contenido energético (21 MJ Energía Bruta/kg). La mayor parte se metaboliza en el hígado y fundamentalmente se excreta por orina. Presenta una escasa toxicidad aguda y en el conejo la dosis letal 50 por vía oral es de 19 g/kg (EMEA, 1996). Su uso es interesante en producción animal como precursor glucogénico, que puede prevenir las cetosis en vacuno lechero (Nielsen e Ingvarsen, 2004). En el caso de las conejas de alta producción se puede lograr una recuperación más favorable tras el parto consiguiendo un estado fisiológico razonablemente bueno en menos tiempo y un aumento de la fertilidad cuando se añade disuelto en el agua de bebida (Luzi et al., 2001). También se ha estudiado su adición al pienso (Nicodemus et al., 2005), y de esta manera, se disminuyó la mortalidad de las conejas y el intervalo de días entre el parto y la cubrición efectiva. Sin embargo, no se observaron mejoras en la ganancia de peso de los gazapos ni en la producción de leche porque en este caso se utilizó como sustitutivo de una parte del almidón de la dieta en vez de aditivo energético.



## MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la granja experimental del Dpto. de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Para ello se utilizaron camadas de 8 gazapos pertenecientes a 101 conejas primíparas California x Nueva Zelanda Blanco alojadas en jaulas metálicas individuales (50 x 70 x 32 cm) a las que se les acopló un nido. Los animales se sometieron a un fotoperiodo constante de 16h de luz por día, una temperatura de 18-22 °C y una humedad relativa de 60–75% mantenida con ventilación forzada. Se empleó un pienso comercial para madres *ad libitum* (16,9% proteína bruta, 15,7% fibra bruta, 2,5% grasa y 3900 cal/g de energía digestible; NANTA S.A., España). Todas las hembras tenían acceso libre al agua de bebida a través de chupetes conectados a un tanque común con una capacidad de 50 litros. La dilución del propilenglicol al 2% en el agua del tanque se realizaba diariamente eliminando previamente los restos del día anterior.

Las conejas se dividieron al azar en tres grupos experimentales:

- **Grupo Control:** agua de bebida sin propilenglicol (n=42)
- **Grupo PG-corto:** propilenglicol al 2% administrado desde el parto hasta el destete a 25 días post-parto en el agua de bebida (n=42)
- **Grupo PG-largo:** propilenglicol al 2% administrado en el último tercio de la gestación (día 20) hasta el destete (25 días post-parto) en el agua de bebida (n=17)

Todas las camadas fueron equilibradas a 8 gazapos el día del parto y se realizó un control de nidos diario, calculándose la mortalidad de las camadas en cada coneja como el cociente del número de gazapos muertos desde el parto hasta el día 21 entre los 8 gazapos iniciales, multiplicado por 100. Los controles de peso de los animales se llevaron a cabo en una balanza electrónica con un cubo previamente tarado, anotándose los pesos de las camadas al parto, a los 7, 14 y 21 días postparto. También se controló el consumo de alimento de las conejas desde el parto hasta el día 25 post-parto y se estimó la producción de leche por medio de la ecuación:  $\text{Prod. Leche} = 0,75 + 1,25 \times \text{peso camada}$  a los 21 días (De Blas y col., 1995)

### Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SAS (Statistical Analysis System, 2001). Para analizar el efecto del propilenglicol sobre los pesos de las camadas en cada momento se realizó un análisis de medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED e incluyendo en el modelo el efecto del tratamiento (control, PG corto y PG largo), el tiempo (parto, 7, 14, 21 días) y sus interacciones. El efecto del propilenglicol sobre la producción de leche, el consumo de pienso y la mortalidad de las camadas se ha analizado con un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM (General Linear Model) con el tratamiento como principal fuente de variación. Todas las medias han sido comparadas entre sí mediante un test-t protegido, y las diferencias fueron consideradas significativas cuando  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

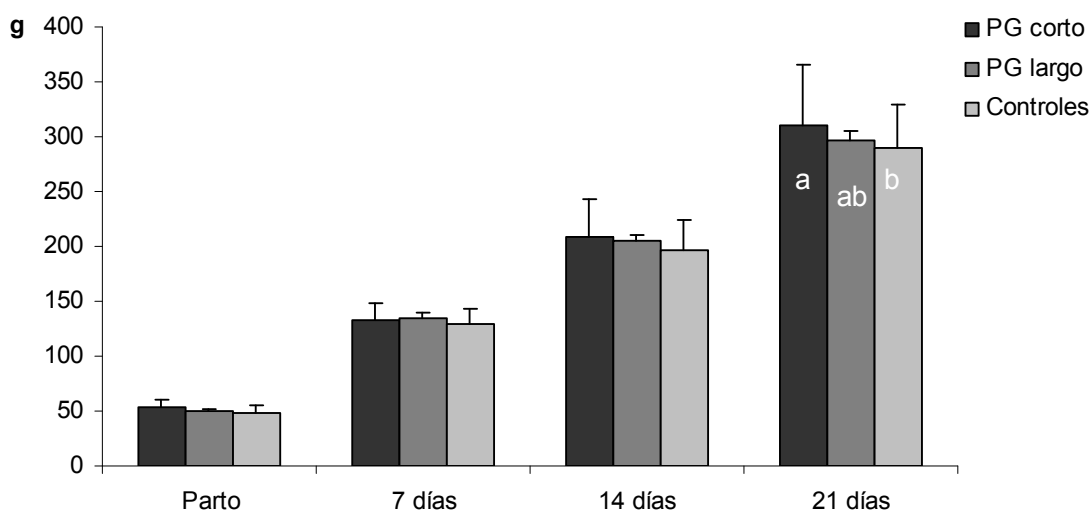
No hubo diferencias en el peso inicial de los gazapos en el momento del parto (Fig.1). Después, el día 7 y 14 post-parto, el peso de las camadas fue similar en todos los grupos aumentando de media un 62.9% y un 34.1%, respectivamente, si bien como cabía esperar, la diferencia de peso entre los distintos días fue estadísticamente significativa ( $P < 0,0001$ ). Las camadas de las conejas del grupo PG-corto fueron significativamente más pesadas que las del grupo control en el día 21 post-parto ( $P = 0,0021$ ). También a los





21 días post-parto, las camadas de las conejas del grupo PG-corto presentaron un incremento de peso ligeramente superior al del grupo PG-largo ( $P=0,07$ ). Al estudiar el consumo de pienso observamos que las conejas controles comieron cantidades significativamente superiores ( $P<0,01$ ) de alimento ( $332 \pm 11,1\text{g/día}$ ) a las del grupo PG-corto ( $313 \pm 6,6\text{ g/día}$ ) y las del grupo PG-largo ( $296 \pm 6,6\text{ g/día}$ ). Se puede considerar, como ya lo hicieron otros autores (Heinzl y col., 1999), que la incorporación de propilenglicol en el agua de bebida disminuye en las conejas el consumo de alimento. Esto indica que las camadas de los grupos control ganarían un peso similar a las de los grupos de propilenglicol al compensar la deficiencia de este compuesto en el agua con un consumo comparativamente mayor de pienso. No obstante, no se pudo calcular la cantidad exacta de PG que tomaron puesto que se administró a partir del tanque general y las conejas bebieron ad libitum.

**Figura 1. Pesos medios de los gazapos de las camadas de conejas suplementadas con Propilenglicol desde el parto (PG corto) o desde el último tercio de la gestación (PG Largo) hasta el destete o no suplementadas (Control) (a, b:  $P < 0.05$ )**



La mortalidad de los gazapos fue similar en los tres grupos con una media de un 7,8% durante toda la lactación. Este valor se encuentra dentro de un rango relativamente bajo y difícil de mejorar ya que en las conejas primíparas suele ser más alto debido a su menor capacidad de ingestión y de producción de leche, así como a su negativo déficit energético. Probablemente la homogeneización de las camadas a 8 gazapos ha favorecido este resultado, ya que al reducir el número de crías desde el inicio de la lactación se disminuiría el déficit energético de las madres favoreciendo la viabilidad de las camadas. Otros autores (Luzi y col. 2001) afirman haber encontrado diferencias significativas entre grupos con tratamientos similares en los parámetros reproductivos, por lo que consideran la posibilidad de utilizar el propilenglicol para sincronizar el celo de las conejas y acelerar los ritmos de producción.

A pesar de que la producción de leche estimada a 21 días post-parto es una combinación lineal del peso de las camadas en ese momento, ésta resultó estadísticamente similar ( $P=0,1408$ ) entre los tres grupos. Solamente se detectó que las hembras del grupo PG-corto tendieron a presentar una producción mayor que las conejas controles ( $P=0,06$ ).



## CONCLUSIONES

La administración de propilenglicol a las hembras primíparas desde el parto hasta el destete mejora la ganancia de peso de los gazapos, por lo que se deduce que las conejas producen mayor cantidad de leche, si bien no mejora la viabilidad de los mismos. Por otro lado, el suplemento de este compuesto desde el final de la gestación al parto no parece influir sobre el crecimiento y viabilidad de los gazapos antes del destete. Los resultados obtenidos indican la posibilidad de usar el propilenglicol con finalidad productiva.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a los fondos del proyecto CICYT AGL-08-022283. Agradecimientos al Dr. Lorenzo.

## BIBLIOGRAFÍA

- De Blas C., Taboada E., Mateos G.G., Nicodemus N., Méndez J. 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat isoenergetic diets on nutrients digestibility and reproductive performance of rabbits. *Journal of Animal Science*, 73, 1131-1137.
- Heinzl E.L., Luzi f., Barbieri S., Zecchini M., Petracci M., Crimella C. 1999. Effect of propylene glycol in the drinking water on the performances of growing rabbits. 7<sup>th</sup> World Rabbit Congress, 4- 7 July, Valencia, Spain.
- Luzi F., Barbieri S., Lazzaroni C., Cavani C., Zecchini M., Crimella C. 2001. Effects de l'addition de propylene glycol dans l'eau de boisson sur les performances de reproduction des lapines. *World Rabbit Science*, 9, 15-18.
- Nicodemus N., Gómez-Conde M.S., Chamorro S., Rodríguez-Granados J.D., García J., De Blas J.C. 2001. Efecto de la adición de propilenglicol en el pienso sobre los rendimientos de conejas reproductoras. XXX Symposium de Cunicultura. 107-113.
- SAS 1999-2001. SAS 7. STAT User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. INC., Cary, NC.
- The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. 1996. EMEA/MRL/130/96. Committee for Veterinary Medical Products. Propylene glycol. Summary report.



## VALORACIÓN POR EL CONSUMIDOR ESPAÑOL DE INNOVACIONES SOBRE ALIMENTOS TRADICIONALES: APLICACIÓN SOBRE JAMÓN SERRANO

Varela, Alicia

Tutora: Chaya, Carolina

*Departamento de Estadística y Métodos de Gestión en Agricultura. E.T.S.I. Agrónomos,  
Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: crista\_venus83@hotmail.com*

### RESUMEN

Se ha evaluado la aceptación por el consumidor de dos innovaciones sobre un producto tradicional en España (jamón serrano) desde el punto de vista de la valoración de aceptabilidad (hedónica) y el precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar. Los resultados muestran que los jamones bajos en sal reciben una menor valoración hedónica y, en consecuencia, los consumidores estarían dispuestos a pagar un menor precio por ellos. El tratamiento de altas presiones hidráulicas en el jamón crea una expectativa en el consumidor de mayor valoración hedónica acompañada de una predisposición a pagar un precio mayor. Dichas expectativas no se mantienen cuando se cata el producto.

**Palabras clave:** *evaluación sensorial, prueba hedónica, willingness-to-pay*

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en un proyecto más amplio cuyo objetivo es valorar la aceptación por el consumidor de la innovación en alimentos tradicionales, estudiando distintos tipos de alimentos tradicionales a lo largo de Europa (jamón curado, queso, salmón...). En España se ha elegido el jamón serrano como alimento, por ser uno de los alimentos tradicionales más importantes. Las muestras de consumidores de España han sido reclutadas en Gerona, Barcelona y Madrid. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en Madrid.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Muestra de consumidores

La elección de la muestra de consumidores se basó en el perfil siguiente: edad 18-70 años, consumidor de productos curados, estudios mínimos de bachillerato o similar, encargado habitual de la compra en su hogar. Se seleccionaron un total de 90 consumidores.

#### Producto a evaluar

El producto evaluado fue jamón serrano, elaborado en una industria de Segovia con 6 meses de curación en bodega.

Se eligieron los de menor contenido en sal y se separaron de los otros. Se deshuesaron y de cada jamón se trató la mitad con altas presiones hidráulicas y la otra mitad no. Se evaluaron 4 productos distintos (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de jamón serrano evaluados por el consumidor

	Contenido en sal	Tratado con altas presiones
A	Normal	No
B	Normal	Sí
C	Bajo	No
D	Bajo	Sí



Todos los platos de jamón fueron etiquetados mediante códigos de 3 dígitos aleatorios, con un orden de presentación equilibrado preasignado.

### **Protocolo de las pruebas sensoriales de consumidores**

#### **Sesión 1: Prueba hedónica sin información (a ciegas)**

Se procedió a la primera prueba de aceptabilidad o agrado (prueba hedónica), sin información, en que a cada consumidor se le pidió que evaluase una serie de 4 platos con jamón (uno de cada tipo):

Tras la primera cata se explicó a los consumidores en qué consistía la diferencia entre los 4 jamones que habían evaluado.

#### **Sesión 2: Evaluación de las expectativas sobre el precio que estarían dispuestos a pagar**

A continuación se explicó a los consumidores que tenían que valorar los productos sin probarlos e indicar el precio que ellos estarían dispuestos a pagar por un paquete de 100g de jamón de cada tipo loncheado y envasado al vacío. La metodología utilizada para obtener esta información es una subasta que se basa en el mecanismo BDM (Noussair, y col. 2004).

#### **Sesión 3: Prueba hedónica con información (cata info).**

Se pidió al consumidor que evaluase de nuevo el producto hedónicamente, con la información sobre el producto que estaba evaluando. Se le pedía también que valorase el precio que estaría dispuesto a pagar de la misma forma que en la sesión 2, pero esta vez catando el producto.

### **Información complementaria del consumidor.**

Para terminar se pasó una encuesta de 70 preguntas para valorar la actitud del consumidor frente a determinados tipos de productos y obtener sus datos socio demográficos.

### **Análisis estadístico.**

Se ha aplicado un modelo mixto para el análisis de los datos en el que el consumidor es considerado siempre un efecto aleatorio y las demás variables estudiadas (producto, sesión, contenido en sal) son consideradas como efectos fijos. Se ha incorporado el análisis de la interacción producto\*sesión.

Se han analizado dos tipos de modelos: el primero atiende al análisis de la valoración hedónica y el segundo atiende al precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

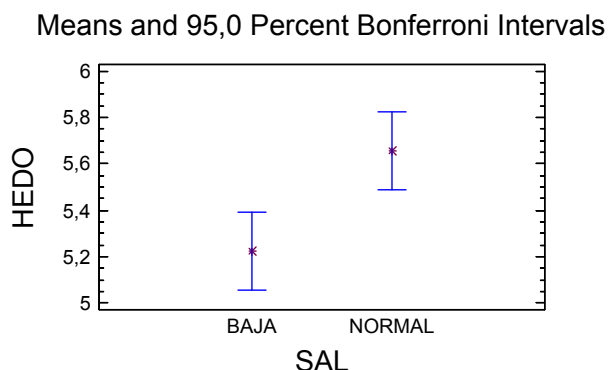
Se resumen a continuación parte de los resultados más relevantes respecto a las estimaciones de la valoración hedónica y el precio que estaría dispuesto a pagar el consumidor.

### **1. Resultados de la valoración hedónica de los productos en la cata a ciegas.**

Hay diferencias significativas en la cata a ciegas con respecto al contenido en sal de los jamones ( $p\text{-valor} < 0.011$ ). Los jamones bajos en sal gustaron menos que los jamones con contenido en sal normal (ver figura 1)



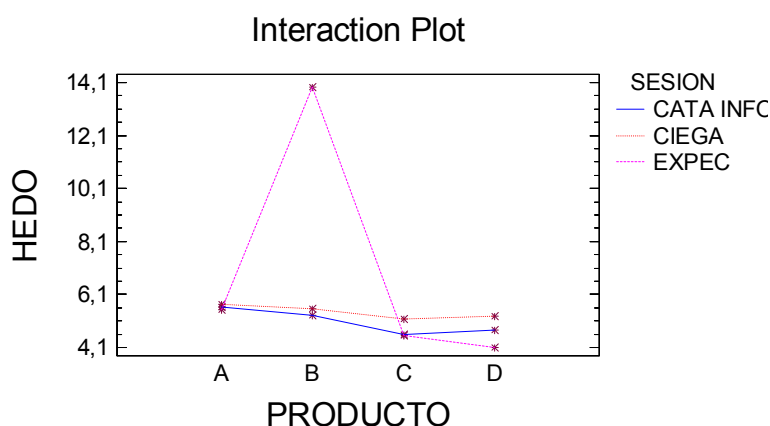
**Figura 1. Resultados de la valoración hedónica a ciegas respecto al contenido en sal de los jamones**



2. Resultados de las expectativas de valoración hedónica de los productos frente a la cata a ciegas y la cata con información.

Se observa que para el producto con sal normal y tratado con altas presiones hay una expectativa de valoración hedónica mucho mayor que para los demás productos cuando no se ha probado el producto. Dicha diferencia desaparece cuando se cata el producto (figura 2).

**Figura 2. Comparación de las valoraciones hedónicas de los productos en las diferentes sesiones**



3. Resultados de valoración hedónica de las muestras comparando la cata a ciegas *versus* la cata con información

Se observa una mayor valoración hedónica de todos los productos en la cata a ciegas ( $p$ -valor  $<0.0027$ ), que se acentúa marcadamente para los productos bajos en sal (figura 3).

4. Resultados de la comparación del precio que estarían dispuestos a pagar por los diferentes productos.

Los consumidores estarían dispuestos a pagar un precio significativamente menor por los productos bajos en sal ( $p$ -valor  $<0.0000$ , figura 4)



Figura 3. Efecto de la información sobre la valoración hedónica tras la cata

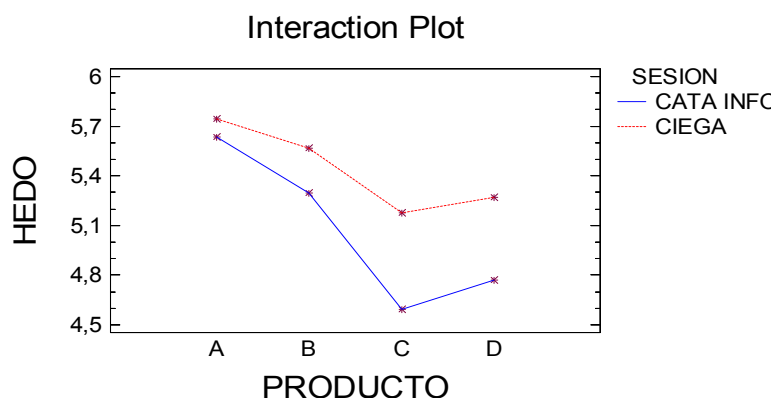
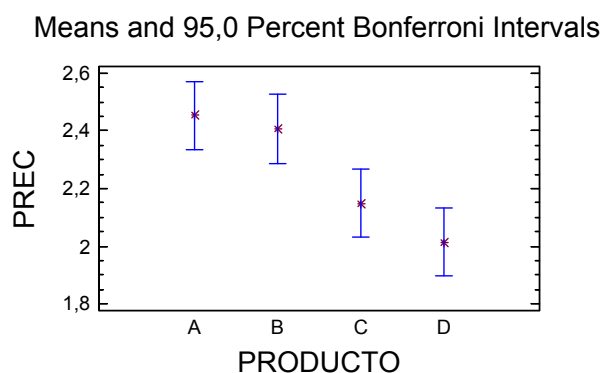


Figura 4. Evaluación del precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar.



## CONCLUSIONES

La metodología propuesta constituye una herramienta muy útil en el análisis de la aceptación por el consumidor de las innovaciones en productos tradicionales como el jamón.

El estudio de otras variables para identificar segmentos de mercado con comportamientos diferenciados respecto a las innovaciones propuestas constituye una línea de trabajo a desarrollar.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está incluido dentro del proyecto TRUEFOOD “Traditional United Europe Food”, proyecto financiado por la Comisión Europea en el que colaboran investigadores de seis países (España, Bélgica, Francia, Polonia, Italia y Noruega). Agradecemos a Luis Guerrero y Anna Claret, investigadores del IRTA – Girona, miembros del equipo investigador de dicho proyecto, su participación activa en el protocolo experimental, proporcionando además todo el material necesario para las pruebas sensoriales de consumidores. Sin su colaboración este trabajo no hubiera sido posible.

Agradecemos también a la EUITA las facilidades brindadas para la utilización de sus instalaciones durante la realización de las pruebas.

## BIBLIOGRAFÍA

Noussair, C, Robin, S and Roffieux, B. (2004): Revealing consumers willingness-to-pay: A comparison of the BDM mechanism and the Vickrey auction. *Journal of Economic Psychology* 25: 725-741.



## MODELO BIOECONÓMICO PARA LA MEJORA GENÉTICA EN LA RAZA RASA ARAGONESA

De Paz, Raquel<sup>1</sup>

Tutores: Alenda, Rafael<sup>1</sup>; González-Recio Oscar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup> Departamento de Mejora Genética Animal. INIA

E-mail: raqueldepaz@gmail.com

### RESUMEN

En este trabajo se utilizó un modelo bioeconómico para el estudio del margen bruto en la raza ovina Rasa Aragonesa, con el fin de determinar los caracteres de interés económico. Se calcularon los valores económicos y se realizó un análisis de sensibilidad, para lo cual se utilizaron los datos de 48 ganaderías, recopilados entre los años 2003 y 2008, y facilitados por la Cooperativa Oviaragón. El beneficio medio que se obtuvo fue de 27,08 €/oveja y año, incluyendo los 43,93 €/oveja y año de subvención. Se obtuvo un valor económico de 81,73, -0,82, -0,15 y 0,03 €/oveja y año para los caracteres de prolificidad, días de cría, intervalo entre partos y vida útil, respectivamente. Los caracteres con mayor sensibilidad a una variación del 10% en sus medias productivas fueron los días de cría, el intervalo entre partos y la prolificidad.

**Palabras clave:** ecuación de beneficios, ovino, valor económico

### INTRODUCCIÓN

La Rasa Aragonesa es una raza ovina de aptitud cárnica que se explota en la Comunidad Autónoma de Aragón de manera semi-extensiva. Hasta ahora el programa de mejora genética en la Rasa Aragonesa se ha basado en aumentar la prolificidad (Jurado et al., 2007). Sin embargo, pueden existir otros caracteres importantes desde el punto de vista económico que tengan variabilidad genética y, por tanto, susceptibles de ser seleccionados (González et al., 2002; Legarra et al., 2007; Wolfová et al., 2009).

Para determinar la importancia de estos caracteres se emplean modelos bioeconómicos (Pearson y Miller, 1981). Esta metodología permite detectar cuáles han de ser considerados en un programa de mejora. Estos caracteres se podrán incluir en los índices de selección, combinándolos adecuadamente para maximizar la selección por rentabilidad.

El objetivo de este trabajo fue elaborar una función de beneficios bajo la situación productiva de la Rasa Aragonesa para determinar los caracteres productivos de interés económico.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Una función de beneficios ( $B$ ) se expresa como la diferencia entre ingresos ( $I$ ) y gastos ( $G$ ):  $B=I-G$ . Donde  $I$  se calculó como:

$$I = \left( \frac{L - dCr}{IP} + 1 \right) \cdot Pr \cdot Pc \cdot (1 - Mc) \cdot \frac{365}{L} + ISb$$

siendo  $L$  la longevidad (días),  $dCr$  los días de amamantamiento,  $IP$  el intervalo entre partos (días),  $Pr$  la prolificidad (corderos/oveja y parto),  $Pc$  el precio de los corderos (€/cordero),  $Mc$  la mortalidad de los corderos (tanto por uno) e  $ISb$  los ingresos por subvenciones (€/oveja y año). Los gastos se calcularon como:

$$G = G_{Alim} + G_{Rp} + G_P + G_{Amort}$$



donde  $G_{Alim}$  son los gastos de alimentación (€/oveja y año),  $GRp$  son los gastos derivados de la reproducción (€/oveja y año),  $GF$  son los gastos fijos que incluyen la mano de obra, las reparaciones, etc. (€/oveja y año) y  $G_{Amort}$  son los gastos de amortización (€/oveja y año), es decir, los costes asociados a cada oveja hasta su primer parto, incluyendo también los gastos de adquisición del animal. Los gastos de alimentación se obtuvieron a partir de las ecuaciones de energía descritas por Caja (2001).

Los gastos de amortización fueron calculados como:

$$G_{Amort} = (PAd - Pod \cdot (1 - Mo) + pUFL \cdot (0,033 \cdot PV^{0,75} \cdot d_{pp} + 0,26 \cdot GMD \cdot \frac{d_{pp}}{L} \cdot 365 + 0,042 \cdot PN \cdot 365) + GRp_{pp} + GF_{pp}) \cdot \frac{365}{L}$$

donde  $PAd$  es el precio de adquisición de la oveja (€/oveja),  $Pod$  es el precio de la oveja de desvieje (€/oveja),  $Mo$  es la mortalidad de las ovejas (tanto por uno),  $pUFL$  es el precio de la unidad forrajera leche (€/UFL),  $PV$  es el peso vivo de la oveja (kg),  $d_{pp}$  son los días hasta el primer parto,  $GMD$  es la ganancia diaria de peso (kg/día),  $L$  es la longevidad (días),  $PN$  es el peso al nacimiento (kg),  $GRp_{pp}$  son los gastos de reproducción hasta el primer parto (€/oveja) y  $GF_{pp}$  son los gastos fijos hasta primer parto (€/oveja).

Para la elaboración de la función de beneficios se usaron las circunstancias económicas y productivas de un animal medio de la raza Rasa Aragonesa, provenientes de 48 ganaderías, recopilados entre los años 2003 y 2008, y facilitados por la Cooperativa Oviaragón (Tabla 1). Tanto los ingresos como los gastos se expresaron en €/oveja y año.

**Tabla 1. Datos productivos medios utilizados en la función de beneficios.**

Denominación	Media productiva
Días hasta el primer parto <sup>1</sup>	660
Días en crecimiento <sup>1</sup>	960
Días de cría (amamantamiento) <sup>2</sup>	70
Intervalo entre partos (días) <sup>1</sup>	300
Vida productiva (días) <sup>1</sup>	1860
Prolificidad (corderos/oveja y parto) <sup>2</sup>	1,34
Mortalidad de los corderos (%) <sup>2</sup>	11,0
Mortalidad de las ovejas (%) <sup>2</sup>	4,4
Precio de adquisición (€/oveja) <sup>1</sup>	60,00
Precio de la oveja de desvieje (€/oveja) <sup>2</sup>	10,60
Precio del cordero al destete (€/cordero) <sup>2</sup>	67,17
Precio de la UFL (€/UFL) <sup>1</sup>	0,018
Gastos de reproducción (€/oveja y año) <sup>2</sup>	1,93
Gastos fijos (€/oveja y año) <sup>2</sup>	43,59
Ingresos por subvención (€/oveja y año) <sup>2</sup>	43,93

<sup>1</sup> Daza (2010, comunicación personal).

<sup>2</sup> Datos facilitados por la Cooperativa Oviaragón.

### Valores económicos

Se calculó el valor económico de los siguientes caracteres de interés: Días hasta el primer parto ( $d_{pp}$ ), días de amamantamiento ( $dCr$ ), intervalo entre partos ( $IP$ ), prolificidad ( $Pr$ ) y mortalidad de los corderos ( $Mc$ ).





El valor económico ( $VB_i$ ) de un carácter es el beneficio marginal que se obtiene al incrementar una unidad dicho carácter (Charfeddine, 1998). Su cálculo se realiza mediante la derivada parcial de la función de beneficio con respecto a dicho carácter ( $x_i$ ), manteniendo los demás caracteres constantes:  $VB_i = \frac{\partial B}{\partial x_i}$

### Análisis de sensibilidad

Se calcularon los beneficios de los caracteres de interés mencionados anteriormente al aumentar y disminuir en un 10% la media productiva observada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ingresos medios obtenidos para una oveja tipo descrita en la Tabla 1 fueron de 153,45 €/oveja y año, mientras que los gastos fueron de 126,37 €/oveja y año, con unos beneficios finales de 27,08 €/oveja y año. Dado que los ingresos que se obtienen por subvenciones son de 43,93 €/oveja y año, se debe tener en cuenta que sin los mismos la mayoría de las explotaciones no serían rentables.

La Tabla 2 muestra los valores económicos obtenidos para cada carácter. Por ejemplo, aumentar un día el intervalo entre partos supondría una pérdida de 0,15 €/oveja y año, y aumentar en una unidad el número de corderos/parto incrementaría el beneficio en 81,73 €/oveja y año, es decir, un aumento de un 1% en la prolificidad supone un aumento en los beneficios de 1,17 €/oveja y año.

La Tabla 3 muestra los resultados de ingresos, gastos y beneficios totales de los datos medios de distintas características productivas, y de cómo varían estos valores al aumentar o disminuir estos datos medios en un 10%. Los días de cría, el intervalo entre partos y la prolificidad fueron los caracteres más interesantes económicamente hablando, ya que el aumento o disminución en un 10% de su valor medio supuso un aumento en los beneficios de, al menos, 5 €/oveja y año (5,69 €/oveja y año para los días de cría, 5,06 €/oveja y año para el intervalo entre partos y 10,62 €/oveja y año para la prolificidad). Los días hasta el primer parto y la mortalidad de las ovejas fueron los menos significativos.

## CONCLUSIÓN

Los resultados de este trabajo mostraron que, aunque la prolificidad es un carácter muy importante, existen otros que pueden ser considerados en los programas de mejora por su influencia en la rentabilidad (e.g. la vida productiva, los días hasta el primer parto y el intervalo entre partos). Para ello sería necesario estimar componentes de variancia fenotípicos y genéticos de dichos caracteres con el fin de determinar el peso económico relativo de cada uno de ellos y determinar si son susceptibles de selección.

Estos estudios podrían conducir a un mayor progreso genético en la raza Rasa Aragonesa con el consiguiente aumento de los beneficios de los ganaderos incluidos en este programa.

**Tabla 2. Valor económico distintos aspectos productivos.**

	Valor económico
$\partial B/\partial PV$ (€/oveja/año/kg peso vivo)	- 0,08
$\partial B/\partial d_{pp}$ (€/día hasta el primer parto)	- 0,01
$\partial B/\partial dCr$ (€/días de amamantamiento)	- 0,81
$\partial B/\partial IP$ (€/día entre partos)	- 0,15
$\partial B/\partial L$ (€/día de vida útil)	0,03
$\partial B/\partial Pr$ (€/cordero y año)	81,73
$\partial B/\partial Mc$ (€/‰ de mortalidad)	- 1,05

**Tabla 3. Medias productivas, beneficios, ingresos y gastos por oveja y año.**

		<b>Medias productivas</b>	<b>Beneficio (€/oveja y año)</b>	<b>Ingresos (€/oveja y año)</b>	<b>Gastos (€/oveja y año)</b>
<b>Días hasta el primer parto</b> <sup>1</sup>	- 10%	594	27,21	153,45	126,24
	<b>Base</b>	<b>660</b>	<b>27,08</b>	<b>153,45</b>	<b>126,37</b>
	+ 10%	726	26,94	153,45	126,50
<b>Días de cría (amamantamiento)</b> <sup>2</sup>	- 10%	63	32,77	153,81	121,04
	<b>Base</b>	<b>70</b>	<b>27,08</b>	<b>153,45</b>	<b>126,37</b>
	+ 10%	77	21,42	153,08	131,66
<b>Intervalo entre partos (días)</b> <sup>1</sup>	- 10%	270	32,14	163,87	131,73
	<b>Base</b>	<b>300</b>	<b>27,08</b>	<b>153,45</b>	<b>126,37</b>
	+ 10%	330	22,93	144,92	121,98
<b>Vida productiva (días)</b> <sup>1</sup>	- 10%	1.674	25,45	154,78	129,33
	<b>Base</b>	<b>1.860</b>	<b>27,08</b>	<b>153,45</b>	<b>126,37</b>
	+ 10%	2.046	28,41	152,35	123,94
<b>Prolificidad (corderos/oveja y parto)</b> <sup>2</sup>	- 10%	1,21	16,45	142,82	126,37
	<b>Base</b>	<b>1,34</b>	<b>27,08</b>	<b>153,45</b>	<b>126,37</b>
	+ 10%	1,47	37,70	164,07	126,37
<b>Mortalidad de los corderos (%)</b> <sup>2</sup>	- 10%	9,9	28,43	154,80	126,37
	<b>Base</b>	<b>11,0</b>	<b>27,08</b>	<b>153,45</b>	<b>126,37</b>
	+ 10%	12,1	25,72	152,09	126,37
<b>Mortalidad de las ovejas (%)</b> <sup>2</sup>	- 10%	3,96	27,09	153,45	126,36
	<b>Base</b>	<b>4,40</b>	<b>27,08</b>	<b>153,45</b>	<b>126,37</b>
	+ 10%	4,84	27,07	153,45	126,38

**AGRADECIMIENTOS**

Los autores de este trabajo agradecen a la Cooperativa Oviaragón la cesión de los datos, a la Dra. Pérez-Cabal la revisión de este trabajo y al Dr. Jurado sus discusiones y comentarios.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Caja, G. 2001. Orientaciones básicas para la alimentación del ganado ovino de carne. Estudio técnico. Producción Ovina i Caprina, Facultat de Veterinaria, UAB. [http://www.ucv.vt/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/ovinos\\_de\\_carne.pdf](http://www.ucv.vt/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/ovinos_de_carne.pdf) (Fecha de acceso: julio de 2009).
- Charfeddine, N. 1998. Selección por mérito económico global en el ganado vacuno frisón en España. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- González, R.; Pérez-Cabal, M. A.; Alenda, R. 2002. Importancia económica del peso corporal en el vacuno lechero del País Vasco y Navarra. ITEA, Vol. 98 A (3): 20-25.
- Jurado, J. J.; Smulders, J. P.; Jiménez, M. A.; Serrano, M. 2007. Progreso genético obtenido en el programa de selección de la Cooperativa "Carne Oviaragón" en raza ovina Rasa Aragonesa. ITEA, Vol. 103 (3): 111-126.
- Legarra, A.; Ramón, M.; Ugarte, E.; Pérez-Guzmán, M. D. 2007. Economic weights of fertility, prolificacy, milk yield and longevity in dairy sheep. *Animal*, 1: 193-203.
- Pearson, R. E.; Miller, R. H. 1981. Economic definition of total performance, breeding goals, and breeding values for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 64: 857-869.
- Wolfová, M.; Wolf, Z.; Krupová, Z.; Kica, J. 2009. Estimation of economic values for traits of dairy sheep: I. Model development. *J. Dairy Sci.*, 92: 2183-2194.



## LA HUELLA DE LAS TICS EN EL MEDIO AMBIENTE

López, María

Tutora: Carbonell, M<sup>a</sup> Victoria

*E. T. I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Departamento de Física y Mecánica de la Ingeniería Agroforestal.*

*Correo electrónico: mls0@alumnos.upm.es*

### RESUMEN

La relación entre las TIC y medio ambiente es compleja y es de capital importancia analizar la influencia entre ambas debido a sus múltiples facetas (positivas / negativas), siendo necesario buscar potenciales soluciones a los distintos problemas y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación, hacen posible que tanto organizaciones como individuos interactúen a una escala y con una frecuencia mucho mayor que hasta hace poco. No obstante, la importancia no sólo reside en este intercambio de conocimiento, sino también en que son una plataforma para que las voces de todos puedan ser oídas, rompiendo barreras geográficas y sociales y permitiendo la formación de grupos y comunidades virtuales. Así avanzamos con paso ligero, y por ello en el futuro, la relación entre TIC, Medio Ambiente y Naciones Unidas va a ser más profunda. El impacto de las TIC puede incluso afectar a la felicidad humana.

**Palabras clave:** *TIC, medio ambiente, Naciones Unidas*

### INTRODUCCIÓN

La consideración de verse sumergido en el mundo de las Tecnologías de la Información y Comunicación es debida a su necesidad imperiosa para el desarrollo.

A nivel institucional, posibilitan una mejor gestión, un trabajo en red y el intercambio de información. A los investigadores los proveen de herramientas de observación, simulación y análisis de procesos medioambientales. A los educadores, les hacen posible la extensión de recursos educativos y la colaboración entre profesores y alumnos. Por último, a nivel individual, hay una nueva generación de personas más informadas, más concienciadas y más involucradas en la formulación de políticas medioambientales que afectan a su comunidad, a su país y al planeta.

### FACETAS POSITIVAS Y NEGATIVAS DE LA RELACIÓN TIC – MEDIO AMBIENTE

#### Aspectos positivos:

- Reducción consumo de papel (bibliotecas) → “Desmaterialización”
- Sustitución de la librería tradicional por la librería on-line.
- Reducir la necesidad de utilizar el transporte por cuestiones laborales → menor consumo de recursos naturales.
- Menor energía para mantener y construir edificios así como en el transporte diario → “Teletrabajo”
- Las TIC nos ofrecen un crecimiento exponencial de datos e información sobre el medio ambiente a todos los niveles. Por tanto, se pretende una producción y consumo de energía más eficiente. Así como la obtención del un modelo de consumo menos agresivo y destructivo del medio ambiente.
- Investigación sobre aspectos medioambientales traspasando fronteras.
- Conciencia pública sobre las políticas medioambientales.



- Nuevos chips que reduzcan las necesidades de energía del PC y optimicen constantemente el funcionamiento y el consumo de energía en los automóviles.

#### Aspectos negativos:

- Más TIC significa más fabricación de ordenadores.
- La fabricación de un PC requiere aproximadamente tanta energía como el consumo medio de electricidad de un hogar europeo en un año. Un PC necesita para su fabricación 20 toneladas de recursos naturales.
- Se producirá un incremento de desechos tóxicos:
  - Cadmio (pilas), plomo (pantallas), cromo, mercurio, plástico...
  - EEUU: 30 millones de ordenadores se desechan cada año. Solo se recicla el 14% (Agencia de protección medioambiental de EEUU. 2002).
- Frente a la reducción consumo de papel (bibliotecas), se produce un incremento del 40% de dicho consumo debido al uso del correo electrónico e impresoras. Además, esto, aumenta el consumo de energía.
- Frente a la reducción de energía consumida en desplazamientos, “telecompra” aumenta 55% el consumo de combustible de los repartidores.
- El volumen de desechos electrónicos aumenta 3-5% cada año (3 veces más rápido que los desechos comunes).
- Convenio de Basilea (tratado ambiental global que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos electrónicos y estipula obligaciones para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos).

#### Soluciones de este convenio:

- Regular la exportación de desechos electrónicos. Los desechos peligrosos deben ser reducidos al mínimo consistente con su manejo ambientalmente apropiado.
- Los desechos peligrosos deben ser tratados y dispuestos lo más cerca posible de la fuente de su generación.
- Los desechos peligrosos deben ser reducidos y minimizados en su fuente.
- Reparación, reciclaje, actualización de los equipos, uso de materiales seguros, puntos de recogida.

Haciendo una recopilación de todo lo expuesto anteriormente, y realizando balance cabe plantear si con el crecimiento de la población mundial ¿son compatibles la red digital mundial y accesible para todos con el desarrollo sostenible y el medio ambiente? Sostenibilidad referida no sólo al medio ambiente sino también a aspectos financieros, institucionales y técnicos.

Una vez creadas redes nacionales de TIC gracias a la inversión extranjera ¿podrán sostenerse por si mismas?

El nuevo sistema de Derechos de Propiedad Intelectual da más importancia a los aspectos económicos que al bien público (acceso restringido a la información).

Según el informe sobre la información y la comunicación. UNESCO (2000):

- “El exceso de proteccionismo no va a favorecer el acceso a las redes de los investigadores y los universitarios de los países en desarrollo”
- “Es necesario encontrar el mejor equilibrio entre el derecho de los creadores a obtener beneficios del uso de su obra y las necesidades de los usuarios de acceder a estas obras y utilizarlas libremente”

No obstante, siempre existirá la llamada *Brecha digital*: ¿es previsible que los países del sur alcancen y mantengan el progreso tecnológico de los países del norte?



## **APORTACIONES HISTÓRICAS: TIC, MEDIO AMBIENTE Y NACIONES UNIDAS**

### CONFERENCIA DE ESTOCOLMO (1972):

Se reconoce por primera vez que con el rápido avance de la ciencia y la tecnología, el hombre ha adquirido el poder de transformar el medio ambiente de múltiples maneras y a una escala sin precedentes.

Art. 18 (Declaración Final) la tecnología debe ser aplicada a identificar, evitar y controlar los riesgos y los problemas medioambientales para el bien común de la humanidad.

### INFORME BRUNDTLAND (1987):

Se inició un movimiento que recibió el nombre de desarrollo sostenible, inspirado en la idea de conciliar el desarrollo económico de los pueblos con la salvaguarda de los valores ambientales.

### CUMBRE DE RIO (1992) – (Declaración Final):

PRINCIPIO 7. Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra.

PRINCIPIO 9. Los Estados deberían cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre estas, tecnologías nuevas e innovadoras.

PRINCIPIO 10. El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda.

### AGENDA 21:

Establece una base sólida para la promoción del desarrollo sostenible en materia de progreso ambiental, social y económico. Redacta dos propuestas:

- Centros de intercambio de información.
- Red de colaboración de centros de investigación.

### CUMBRE DEL MILENIO (2000):

Los objetivos de desarrollo de la ONU para el milenio, inicialmente hasta el año 2015, a destacar son:

- Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.
- Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

ONU. ASAMBLEA GENERAL. (2000), recoge todas las inquietudes y las recomendaciones respecto a las TIC y prepara el camino para la celebración de CMSI.

### GLOBAL COMPACT:

Iniciativa internacional encaminada a reunir a empresas, organismos de las Naciones Unidas, trabajadores y representantes de la sociedad civil, para apoyar nueve principios universales en materia de derechos humanos, trabajo y medio ambiente.

### CUMBRE DE JOHANNESBURGO (2002):

En el plan de implementación (cap. 5) se contempla ayudar a los países con economías en transición a reducir la brecha informática, creando oportunidades en materia informática y aprovechando el potencial de las TIC para el desarrollo, mediante la transferencia de tecnología en condiciones mutuamente convenidas y la prestación de apoyo financiero y técnico a los mecanismos de difusión y trabajo (páginas web, videoconferencias, foros...).



### CUMBRE SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN (2003) – (Plan de acción):

- En la concepción e implementación de ciberestrategias, deben incluir el concepto de sostenibilidad.
- Las organizaciones internacionales y las instituciones financieras competentes deben elaborar antes de 2005 sus propias estrategias de utilización de las TIC para el desarrollo sostenible, incluyendo producción y consumo sostenibles.
- Infraestructura, acceso y formación.

### **EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA FELICIDAD HUMANA**

Una vez realizada esta revisión bibliográfica se podría plantear la siguiente cuestión: ¿Somos más felices con las facilidades que nos ofrecen las tecnologías?

La tecnología no nos hace más humanos, somos los hombres los que podemos hacer que la tecnología sea más humanizada. La ciencia y la tecnología son neutras, es decir, ni buena ni mala, son los hombres los que la encaminan hacia el bien o el mal.

Si el hombre no crece en bondad más de lo que crece en poder utilizaría la tecnología para destruirle. La felicidad no se construye virtualmente, por lo que no nos hace más felices el tener que el ser. Queremos tener para ser, pero solo cuando seamos tendremos.

### **CONCLUSIONES**

Las TICs pueden y deben servir como herramienta para un desarrollo sostenible del Medio Ambiente y de la humanidad. Definiendo desarrollo sostenible como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

### **AGRADECIMIENTOS**

A María Victoria Carbonell Padrino por su apoyo continuo y por ofrecerme la ocasión de poder participar en el III Congreso de Estudiantes de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Casas Corredera, José R., 2005. TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: análisis de oportunidades multidisciplinares en la sociedad de la información. Consejo Social, Universidad Politécnica de Madrid. Capítulo 3: pág. 110–143.

Comisión Internacional sobre Problemas de la Comunicación. 1980. Un solo mundo, voces múltiples: comunicación e información en nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica. Primera Parte: pág. 37–81.

Ortega Domínguez, Ramón. 1996. Manual de gestión del medio ambiente. Fundación MAPFRE. Pág. 1–32 y 299–327.

Henry, J. Glynn. 1999. Ingeniería ambiental. Prentice Hall (Segunda Edición). Primera Parte: pág. 9–11.

Larrinaga González, Carlos. 2002. Regulación contable de la Información Medioambiental: Normativa española e Internacional. Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. Capítulo 3: pág. 66. Capítulo 4: pág. 69–100.

Naciones Unidas Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro. 1992. Agenda 21: Rio declaration forest principles: drafts. United Nations. Parte II: pág. 107–115.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Dirección General de Política Ambiental. 1993. Río 92 Programa 21: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Sección II: pág. 105–120 y 175–186. Apéndice: 277–297.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2007. Comunicación y desarrollo sostenible: selección de artículos de la novena mesa redonda de las Naciones Unidas sobre comunicación para el desarrollo. (2004. Roma). Departamento de Ordenación de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Páginas web:

- <http://www.itu.int/wsis/index-es.html>
- <http://www.un.org>
- <http://www.oarsoldea.net/agenda21>
- <http://www.unglobalcompact.org>
- <http://www.unesco.org> (Links y documental de R. Iñiguez)



## VERTIDO DE AZNALCÓLLAR: CAUSAS, CONSECUENCIAS Y SITUACIÓN ACTUAL

Amaro, Alexandra; Rey, Elena

Tutores: Arce, Augusto; Rico, M<sup>a</sup> Isabel

*Departamento de Química y Análisis Agrícola. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: alexandra.amaro@gmail.com; elenarey@gmail.com*

### RESUMEN

En este trabajo se tratan varios aspectos relacionados con la rotura de la balsa de decantación de la mina de pirita situada en Aznalcóllar (Sevilla), que provocó un vertido de aguas ácidas y lodos tóxicos con un alto contenido en metales pesados con graves consecuencias para la región. Se analizan las medidas de emergencia y actividades de limpieza que se llevaron a cabo, así como las acciones de restauración de la zona en los programas del Corredor Verde del Guadiamar y Doñana 2005. Además, se analizan datos de suelos y aguas de la zona del vertido, comparándolos con datos de zonas con litología similar que no se vieron afectados.

**Palabras clave:** Aznalcóllar, metales pesados, vertido

### INTRODUCCIÓN

La madrugada del 25 de abril de 1998 se produjo en Aznalcóllar la rotura de uno de los muros de contención de la balsa de decantación de estériles, perteneciente a la explotación minera de pirita propiedad de la empresa Boliden Apirsa. Esta balsa era una de las más grandes de España, con una superficie de 150 ha y una altura de 24 m (Garrido, 2008), contenía las aguas utilizadas en el lavado de la pirita mezcladas con los ácidos con los que se separan los diferentes componentes del mineral.

Debido al hundimiento del dique por defectos en su cimentación y el sobrepeso ejercido por el recrecimiento del muro, que se había realizado en 1996, se produjo una brecha a través de la cual se precipitaron 5,5 millones de m<sup>3</sup> de lodos tóxicos y cerca de 1,9 millones de m<sup>3</sup> de aguas ácidas (Carmona, 2008) que llegaron al río Agrio, pasando después al Guadiamar. Se ha determinado como causa principal de este accidente los fallos en los proyectos de construcción y recrecido del dique, que no recogieron los parámetros sobre las condiciones del terreno y no tuvieron en cuenta la fragilidad de las arcillas y, por tanto, el riesgo de desencadenar un fenómeno de rotura progresiva por las altas presiones del agua en el cimientado arcilloso (Caro et al, 2000).

La repentina avalancha del vertido sobre los ríos Agrio y Guadiamar provocó su desbordamiento, que anegó las tierras colindantes. Los metales pesados de los lodos (Cu, Mn, Zn, Cd, Fe, Pb, Ni y Cr) contaminaron suelos y aguas, las cuales sufrieron una brusca bajada de pH, alcanzando valores inferiores a 4 (Garrido, 2008), que provocó que la vegetación acuática fuera prácticamente eliminada, dañando gravemente la vegetación forestal y las tierras agrícolas. En total, la superficie afectada se ha estimado en 4.634 ha (Garrido, 2008), pertenecientes a varios municipios de la provincia de Sevilla.

### ACTUACIONES Y MEDIDAS ADOPTADAS

La primera medida de emergencia que se llevó a cabo fue la construcción de tres presas de contención en la zona de Entremuros (Carmona, 2008), para impedir que el vertido alcanzase el Parque Nacional de Doñana, y el sellado provisional de la grieta de la balsa, al mismo tiempo que se paralizó la actividad minera. En los días posteriores se creó una Comisión Mixta de Coordinación entre la Administración General del Estado y la Junta de Andalucía que activó un Plan de Medidas Urgentes en el que se debía dar solución a los



dos principales problemas en ese momento, que eran la retirada de los lodos y el elevado volumen de agua tóxica retenido en la zona de Entremuros.

Los lodos retirados se depositaron en la corta de Aznalcóllar, sin actividad minera en ese momento y cercana a la zona del vertido (imagen 1). Más tarde se realizó un programa de tratamiento de los suelos contaminados mediante procedimientos químicos, con el objetivo de conseguir la inmovilización de los metales pesados que aún quedaban en los mismos. Las aguas embalsadas en Entremuros pasaron por una planta depuradora construida junto al dique, donde se sometieron a un tratamiento físico – químico para aumentar su pH y precipitar los metales pesados presentes en ellas, que fueron retirados antes de verter estas aguas al Estuario del Guadalquivir. Tras la estabilización de la zona afectada por el vertido, se comenzaron a desarrollar los proyectos de restauración, que fueron el Corredor Verde del Guadiamar y Doñana 2005.

**Imagen 1. Situación de la balsa de estériles de Aznalcóllar (Sevilla)**



Fuente Google Maps; modificación propia

Se llevaron a cabo una serie de actuaciones complementarias tales como la prohibición de todo tipo de explotaciones en los terrenos afectados (extracción de aguas, pesca y caza, pastoreo, agricultura, etc.), la expropiación de las tierras afectadas y el control de la calidad ambiental en aguas superficiales, aguas subterráneas, aire y seres vivos.

El proyecto Corredor Verde del Guadiamar engloba varias actuaciones entre las que se encuentran la descontaminación de suelos, aguas y organismos afectados por el vertido, la restauración de los ecosistemas dañados y la potenciación de una cuenca de gran biodiversidad, consiguiendo así la creación de un pasillo ecológico que permita el intercambio de especies entre Sierra Morena y Doñana (Carrascal et al, 2008). El proyecto Doñana 2005 tiene como objetivo principal restaurar y rehabilitar el sistema hidráulico de la marisma. Fue creado por el Ministerio de Medio Ambiente junto con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía para minimizar el daño causado por el vertido en el Parque Nacional de Doñana.

Uno de los procesos más importantes de descontaminación de los suelos afectados con metales pesados, que permitió el desarrollo del Corredor Verde del Guadiamar, es la fitorremediación. Consiste en la utilización de chopos y abedules modificados genéticamente para que almacenen dichos elementos en las células del tronco, concretamente en las vacuolas. Estos árboles se eligieron porque sus raíces pueden penetrar a mayor profundidad que cualquier planta herbácea y, además, porque son





especies de crecimiento relativamente rápido que están muy bien adaptadas a diferentes zonas de la geografía española.

Finalizadas las acciones de retirada de lodos, se procedió a la corrección de los suelos y aguas alteradas mediante enmiendas calizas, para lo que se emplearon restos de espumas de la industria azucarera. Con esta medida se consiguió elevar el pH y precipitar los metales pesados, que quedaron retenidos en los horizontes de los suelos. Este procedimiento tuvo mucho interés porque se dio uso a residuos agrícolas generados en la región, se aportó materia orgánica al suelo, variando la cantidad según la zona a tratar, y se corrigieron los desequilibrios de pH ocasionados por el vertido. Para inmovilizar los restos de arsénico que quedaban en el medio se aportaron al suelo materiales ricos en carbonatos y óxidos de hierro amorfos, que absorben este elemento (Bernal et al, 2007).

### DATOS DE CONTAMINACIÓN

La zona afectada por el vertido ya estaba contaminada, en menor medida, antes de que se produjese. Los años de explotación minera de la zona habían contaminado el río y las capas más superficiales del suelo. Aun así, las concentraciones existentes de metales pesados en el ecosistema se encontraban dentro de los parámetros permitidos. Tras el vertido, el contenido de metales pesados en suelos y aguas se disparó, pero gracias a las actividades de limpieza llevadas a cabo en la zona, 11 años después los valores de contaminación no se encuentran dentro de un rango peligroso (ver tablas 1 y 2). Los datos corresponden a muestras tomadas, en abril de 2009, durante el viaje de prácticas de la orientación de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Los análisis se realizaron posteriormente en el departamento de Química y Análisis Agrícola, dentro de las prácticas de la asignatura de Contaminación Química del Medio Agroforestal en el curso 2008/09.

Existen diferencias significativas entre las concentraciones de metales pesados en los suelos según la proximidad a la balsa de estériles (tabla 1). Las zonas más cercanas se vieron sometidas a una descontaminación más minuciosa, por lo tanto, la concentración de metales pesados disminuye a medida que lo hace la distancia a la balsa. Además, puede observarse que los valores de contaminación del río Odiel, fuera del área de influencia del vertido, son mayores que los de las zonas afectadas. Esta descontaminación comenzó con la elevación del pH, que retuvo los cationes en el suelo para eliminarlos posteriormente por fitorremediación.

**Tabla 1. Datos de contaminación de suelos**

Suelos	Distancia <sup>1</sup>	pH	Cu <sup>2</sup>	Mn <sup>2</sup>	Zn <sup>2</sup>	Cd <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup>	Pb <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup>	Cr <sup>2</sup>
<b>Aznalcóllar</b>	-	8,18	72,4	463,8	197	1,85	19,1	116,9	59,9	63
<b>Las Doblas</b>	15	8,24	57	220	122	1,58	24,9	30,9	17,7	228
<b>Río Guadamar</b>	25	7,94	109	498	3195	1,88	20,1	269	69,0	111
<b>Marismas</b>	40	7,76	91	693	3194	1,81	14,9	70,8	69,0	59,9
<b>Río Odiel (I)</b>	-	4,58	200	326	102	0,00	24,3	484	37,1	72,4
<b>Río Odiel (II)</b>	-	4,56	195,2	303,9	114	0,00	26,7	376	47,9	92

<sup>1</sup> Distancia aproximada a la balsa de estériles en km. <sup>2</sup> Concentraciones en ppm

En la tabla 2 puede observarse como las concentraciones de metales pesados y los valores de pH de los ríos Tinto y Odiel se corresponden con los datos habituales en zonas de actividad minera, caracterizados por su alta concentración en metales y por su bajo pH. Los datos del río Guadamar y la marisma son satisfactorios, ya que indican que las tareas de limpieza fueron eficientes al no encontrarse cantidades significativas de ninguno de los contaminantes que fueron vertidos hace 12 años.



Los datos de conductividad eléctrica confirman las concentraciones de sales presentes en las aguas, de esta forma en la tabla 2 se observa que en las zonas con una elevada conductividad eléctrica hay una alta concentración de sales metálicas disueltas, siendo el río Odiel el que presenta mayores valores debido a la actividad minera de la zona y a la contaminación natural debida a la litología del terreno por el que transcurre. La elevada conductividad eléctrica de las aguas de la marisma no se debe a la contaminación causada por el vertido, si no a que sus aguas se encuentran en contacto con las oceánicas, que tienen una alta concentración de sales.

**Tabla 2. Datos de contaminación de aguas**

Aguas	pH	Cu <sup>1</sup>	Mn <sup>1</sup>	Zn <sup>1</sup>	Cd <sup>1</sup>	Fe <sup>1</sup>	Pb <sup>1</sup>	Ni <sup>1</sup>	Cr <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>
Río Tinto minas (I)	2,44	88	29,8	91	0,44	1270	0,32	1,22	0,13	4310
Río Tinto minas (II)	2,43	73	37,8	80	0,37	1380	0,28	1,09	0,17	4330
Río Odiel (I)	3,07	8,30	14,2	18,4	0,10	5,3	0,09	0,43	0,07	1543
Río Odiel (II)	3,10	8,90	14,7	19,3	0,10	5,0	0,10	0,36	0,05	1512
Río Guadiamar	-	0,03	0	0,02	0,00	0,07	0,03	0,09	0,02	-
Marisma	7,50	0,05	0,23	0,03	0,00	0,7	0,08	0,18	0,06	3990

<sup>1</sup> Concentraciones en ppm. <sup>2</sup> Conductividad eléctrica en  $\mu\text{S/cm}$

## CONCLUSIONES

De la revisión bibliográfica realizada y los resultados del análisis de las muestras, tomadas en el viaje de prácticas, se deduce que:

Mucho antes de que se produjese el vertido en Aznalcóllar se conocía la fragilidad de la balsa y los problemas que podría ocasionar la inestabilidad de los cimientos de la presa. A pesar de ello y de la existencia de informes sobre la contaminación del río Guadiamar y diversos episodios de vertidos incontrolados, no se tomaron las medidas necesarias para evitar este accidente. La decisión de llevar los lodos retirados a la corta de Aznalcóllar ha conllevado unos elevados costes en el mantenimiento de la misma, ya que aún existen riesgos de contaminación. La solución sería el tratamiento de estos lodos y el sellado de la corta.

Debería haber existido un plan de emergencias que hubiera limitado el daño en la zona, aunque la coordinación entre las distintas administraciones fue muy eficiente, mejorando los resultados de la limpieza. A pesar de lo sucedido, en la actualidad sigue sin existir dicho plan de emergencias.

Las actuaciones de restauración llevadas a cabo han conseguido que en la actualidad, la contaminación de metales pesados haya disminuido significativamente, tanto en los suelos como en las aguas de la zona, y se hayan alcanzado niveles aceptables, además de que los metales residuales no se encuentren disponibles para las plantas ni la fauna, lo que minimiza el riesgo para el ecosistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bocio Serrano M., 2001, Medio Ambiente & Derecho: Revista electrónica de derecho ambiental, Nº 5  
Caro J., Moreno S., 2000, Periódico El Mundo, Nº 26  
Campins Eritja M., Requena Hidalgo J., 2000, Publicaciones de la Universidad de Barcelona, pp: 55-63  
Carmona J., 2008, WWF/Adena, pp: 41  
Coopers & Lybrand S.A., Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 1998, pp: 59  
Carrascal Moreno F., Cordero González L., Redondo Morales I., 2008, Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Dialnet, Nº 60, pp: 6-12  
Ferrer M., Grimalt J., Macpherson E., 2001, Investigación y ciencia, pp: 24-35  
Garrido H., 2008, CSIC: Colección Divulgación, Nº 8, pp: 209  
Castro J., 2005, Publicación electrónica: R+D CSIC  
Bernal M.P., Clemente R., Vázquez S., Walker D.J., 2007, Revista Ecosistemas, Nº 16 (2), pp: 67-76



## **CALIDAD HARINO PANADERA DE LA HARINA DE TEFF (*Eragrostis teff* (ZUCC.) TROTTER)**

Ezpeleta, Jesús Ignacio

Tutora: Callejo, M<sup>a</sup> Jesús

*Departamento de Tecnología de Alimentos. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: jesusezpeleta77@hotmail.com*

### **RESUMEN**

Este trabajo ha sido realizado por alumnos de la asignatura optativa de 5º curso “Industrias de Cereales”. Su objetivo es estudiar las modificaciones que la harina de teff provoca sobre las propiedades reológicas de las masas panarias. El teff (*Eragrostis teff* (Zucc.) Trotter) es un cereal originario de Etiopía rico en carbohidratos, fibra, minerales y con proteínas de gran calidad, carente de gluten. El objetivo propuesto se llevó a cabo mediante el análisis instrumental de la reología de las masas panarias con el Alveógrafo y el Cosistógrafo de Chopin y Falling Number. Posteriormente, se elaboraron cuatro panes con porcentajes variables en harina de teff, en la planta piloto de panificación del Departamento de Tecnología de Alimentos. En todos los panes se realizaron pruebas instrumentales para comparar las características de peso, volumen, densidad, índice de forma, humedad, textura y color de la miga, y pruebas sensoriales de consumidores. Se comprobó que al aumentar el contenido en teff, los panes presentaban menos volumen, más densidad, más firmeza, menos elasticidad y un color más oscuro. Las pruebas sensoriales confirmaron una mejor valoración de los panes hechos con menos teff.

**Palabras clave:** *harina de teff, Industrias de cereales, contenido nulo en gluten*

### **INTRODUCCIÓN**

El teff (*Eragrostis teff* (Zucc.) Trotter) es el cereal más importante consumido por la población etíope gracias a su adaptación a la sequía. (Bultosa, 2007). Desde hace unos tres años se comercializa en Estados Unidos, Alemania, Francia, Inglaterra y España. Es un cereal de un gran valor nutritivo y carente de gluten, por lo que está indicado para los celíacos y deportistas. Este cereal es muy pequeño, 150 granos equivalen a un grano de trigo. (Ketema, 1987). Es rico en carbohidratos, contiene mucha fibra y minerales (calcio, fósforo y hierro), además, proporciona proteínas vegetales de gran calidad (8 aminoácidos esenciales). (Mengesha, 1965). Necesita un clima de alta montaña, temperatura media de 10º C y nunca inferior a -5º C y humedad para germinar, después la planta no necesitará riego y crecerá muy rápido, siendo un competidor agresivo una vez establecido. El crecimiento del teff es muy sensible a la duración del día afectando a su longitud. También la profundidad de siembra es un factor a tener en cuenta, ya que si se planta a una profundidad correcta la planta puede surgir en 3 o 4 días. La recolección debe hacerse a los 50-55 días después de la siembra. (Lacefield, 2008). Fueron los holandeses los que distribuyeron este cereal por otros países. En España se ha introducido recientemente en Palencia a través de la empresa Ecossem Europe que tiene la patente mundial del teff ecológico.

El objetivo general de este trabajo es estudiar el comportamiento de la harina de teff en panificación, con vistas a desarrollar nuevos productos basados en este cereal. Los objetivos concretos fueron: estudiar la influencia de la harina de teff en la reología de las masas panarias, desarrollar un protocolo de panificación para mezclas de harinas de trigo y teff y, finalmente llevar a cabo el análisis instrumental y sensorial de la calidad de los panes elaborados.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Para la consecución de los objetivos anteriormente propuestos se prepararon 4 muestras con harina de trigo suministrada por la industria Harinera Vilafranca, S.A. y diferentes porcentajes de harina de teff Eragrain suministrado por Eco Sem (véase tabla 1). Además, para enriquecer los resultados obtenidos, se emplearon 2 harinas de trigo comerciales de diferente fuerza (V-18 y V40). Las mezclas ensayadas se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1. Códigos empleados para las diferentes mezclas ensayadas en función del % de harinas empleadas**

A	B	C	D
100% trigo V-18	85%trigo V-18; 15%teff	70%trigo V-18; 30%teff	70%trigo V-40; 30%teff

Resto de ingredientes: mejorante Leag precocido, harina enzimática Maltogerm de la empresa LEAG EUROGERM, S.L., levadura deshidratada, sal común y agua.

### Métodos

#### Reología de las masas panarias

- Alveógrafo de Chopin (método AACC 54-30).
- Consistógrafo de Chopin (método AACC 54-50).
- Índice de Caída (Falling Number) (método AACC 56-81B).

#### Formulación de las masas panarias

En la tabla 2 se muestran los ingredientes utilizados en las panificaciones experimentales.

**Tabla 2. Formulación de las masas panarias**

	A	B	C	D
Mezcla harinas(kg)	3	3	3	3
Agua (%)	60 (1800ml)	62 (1860 ml)	64 (1920 ml)	66 (1980 ml)
Levadura deshidratada (%)	1,1 (33g)	1,1 (33g)	1,1 (33g)	1,1 (33g)
Sal (%)	1,8 (54g)	1,8 (54g)	1,8 (54g)	1,8 (54g)
Harina malta (%)	0,37 (11,1g)	0,42 (12,6g)	0,54 (16,1g)	0,58 (17,4g)
Mejorante (%)	0,3 (9g)	0,3 (9g)	0,3 (9g)	0,3 (9g)

#### Protocolo de panificación

Amasado en amasadora de brazo único. División en piezas homogéneas de  $300 \pm 5g$ . Reposo de las bolas con bandejas de plástico (10 min,  $t^a$  ambiente). Formado en formadora de barras automática. Fermentación (45 min). Precocción de las barras ( $T_1=220^{\circ}C$ ,  $T_2=165^{\circ}C$ ,  $t_{1-2}=3min$ ,  $t_{total}=11min$ ). Enfriamiento (30min). Congelación (1 hora). Descongelación (30 min,  $t^a$  ambiente). Cocción final ( $T_1=210^{\circ}C$ ,  $T_2=180^{\circ}C$ ,  $t_{1-2}=5min$ ,  $t_{total}=18min$ ).

#### Evaluación instrumental

Se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: peso final de las piezas (en báscula estándar), longitud de las piezas (con regla métrica), volumen (por el método de desplazamiento de semillas), densidad, índice de forma (mediante la medida de la altura y el diámetro de la rebanada central), humedad de la miga (mediante la molienda de la miga de 3 rebanadas durante 15 segundos, introducción de 5 gramos de la muestra en cápsula de vidrio y secado en estufa durante 1 hora a  $130^{\circ}C$ ), textura (mediante test de compresión-descompresión AACC 74-09 en el centro de las rebanadas de 1,5 cm de



espesor, 3 determinaciones/barra) y color (mediante un colorímetro en 2 rebanadas/barra). Las determinaciones se realizaron por duplicado.

### Evaluación sensorial

84 consumidores realizaron la valoración hedónica mediante escala de 9 puntos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se exponen los resultados obtenidos en los ensayos anteriormente citados.

**Tabla 3. Resultados de la panificación en las 4 mezclas ensayadas**

REOLOGÍA (masas)		Código de muestra			
		A	B	C	D
W ( $10^{-4}$ J)		182	134	55	108
P/L		0,83	4,19	13,91	13,89
Índice de Caída (FN)(s)		474	504	545	644
<b>ANÁLISIS INSTRUMENTAL</b>					
Peso (g)		254±2,82	252±2,82	262±5,65	263±1,41
Longitud (cm)		36,30±0,35	36,10±2,26	34,70±0,35	31,50±1,34
Volumen (cm <sup>3</sup> )		905±113,13	807,5±17,6	630±14,14	625±28,28
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )		0,28	0,312	0,415	0,42
Índice de Forma		0,695±0,04	0,705±0,01	0,675±0,03	0,675±0,03
Elasticidad (%)		37,30±4,63	35,50±7,00	30,50±4,13	33,00±1,89
Firmeza (g)		456±105,10	729±344,58	1926±626,4	1132±210,4
Color					
L (D65)		75,10±0,69	70,26±0,49	60,30±3,52	64,18±1,16
a (D65)		0,37±0,10	1,56±0,29	2,97±0,09	2,55±0,15
b (D65)		15,80±0,51	19,26±0,91	21,25±0,75	21,03±0,65
<b>ANÁLISIS SENSORIAL</b>					
<b>Sexo</b>	Femenino	6,87±1,55	6,50±1,40	5,12±1,86	5,56±1,56
	Masculino	7,10±1,16	6,40±1,61	5,60±1,93	6,10±1,81
<b>Frecuencia de consumo</b>	< 1 vez al día	6,50±1,50	4,50±1,50	3,50±0,50	4,00±1,00
	1-3 veces semana	6,16±2,19	6,75±1,36	5,83±1,10	5,70±1,72
	>3 veces semana	6,78±1,42	5,36±1,58	5,52±1,88	6,36±1,80
	1 ó mas veces día	7,16±1,03	6,48±1,42	5,38±1,82	5,74±1,57
<b>Edad</b>	< 20 años	6,92±1,42	6,42±1,46	5,33±1,86	5,78±1,70
	36-50 años	7,28±0,88	6,71±1,57	5,43±2,12	6,00±1,31

A partir de los resultados obtenidos con el Alveógrafo, se observa que las muestras con un menor contenido en harina de teff presentan una mayor fuerza (W) y extensibilidad (L). La prueba del Índice de Caída demuestra una actividad  $\alpha$ -amilásica mayor en los panes realizados con menos teff. Las pruebas con el Consistógrafo no se pudieron realizar debido a la gran consistencia que presentaban las mezclas con teff.

En el análisis instrumental, se observa un mayor peso en las muestras hechas con más harina de teff, esto se debe a la gran capacidad de absorción de agua que presenta dicha harina. La baja actividad  $\alpha$ -amilásica de la muestra D da lugar a un pan con unos parámetros de volumen, longitud e índice de forma reducidos, es decir, un pan poco desarrollado. La humedad de la miga no se puede tener en cuenta debido a los resultados obtenidos, ya que éstos eran poco fiables.



Los ensayos con el texturómetro demuestran que la harina de teff tiene muy poca elasticidad y una gran firmeza, haciendo que su manejo sea muy difícil.

En cuanto al color, se observa que las muestras C y D son las que presentan una “L” más baja ya que se tratan de panes más oscuros. Los valores de “a” y “b” demuestran que a mayor contenido en teff los panes se acercan a un tono magenta y amarillo respectivamente.

Las pruebas sensoriales demuestran a grandes rasgos que los panes elaborados con un mayor contenido en harina de teff presentan una menor aceptación por parte de los consumidores. De todos los panes, el pan C es el que ha tenido una menor puntuación. Si se hace una distinción por sexos, los hombres han puntuado mejor a todos los panes. En cuanto a la frecuencia de consumo, se observa que las personas que comen pan más de una vez al día prefieren el pan A frente a todos los demás. Por la edad, se demuestra que los panes tienen una mayor aceptación por las personas de edades más avanzadas.

### CONCLUSIÓN

Comparando los resultados de los cuatro panes elaborados, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Todos los panes presentan un alto Índice de Caída debido precisamente a la baja actividad  $\alpha$ -amilásica que tiene la harina de teff. Este factor se ha tenido que corregir añadiendo a la masa harina de malta.
- Las mezclas con alto contenido en teff no se pueden analizar mediante el Consistógrafo de Chopin.
- La harina de teff ha dado lugar a panes con un tono más oscuro, factor a tener en cuenta, ya que los consumidores se muestran más reacios al consumo de pan negro.
- Por la evaluación sensorial, se puede decir que el empleo de harina de teff ha dado lugar a valoraciones más bajas que las obtenidas en los panes elaborados con harina de trigo. Si bien para consumidores habituales de pan estas diferencias se atenúan, por lo que habría que tenerlo en cuenta de cara a la posible comercialización de los panes con harina de teff.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la profesora Dña. M<sup>a</sup> Jesús Callejo González por su apoyo y colaboración.

### BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de Callego, M.J. asigantura Industrias de cereales 5ºcurso ETSIA.  
Callejo, M.J. (2002) Industrias de cereales y derivados. Ed.Mundi-Pensa y AMV Ediciones.  
Asociación Española de Técnicos Cerealistas (A.E.T.C): [www.aetc.es](http://www.aetc.es)  
Carcea M, Salvatorelli S, Turfani V, Mellara F. 2006. Influence of growing conditions on the technological performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.).  
Asociación Española de Técnicos Cerealistas (A.E.T.C): [www.aetc.es](http://www.aetc.es)  
Consultores cerealistas: [www.concereal.com](http://www.concereal.com)  
Márquez F. 1982. El método del Número de Caída (Falling Number) para la evaluación de la actividad alfaamilásica.Molinería y Panadería 77(3): 12-13.  
Diario Palentino: [www.diariopalentino.es/noticia.cfm/Palencia/573429](http://www.diariopalentino.es/noticia.cfm/Palencia/573429)  
Mariam I.O, Mohammed Abdelmoneim I, Mustafa and Gammaa A.M. 2009. Evaluation of wheat breads supplemented with Teff (*Eragrostis tef* (ZUCC.) Trotter) Grain flour. 3(4):207-212.



## PROYECTO LOVET (LEONARDO ORGANIC VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING) INTERACCIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD Y EL SECTOR PRODUCTIVO ECOLÓGICO

Sánchez, Beatriz; Tabanera, Jaime; Briz, Teresa<sup>1</sup>

Tutores: Molina, M<sup>a</sup> Asunción<sup>2</sup>; Pérez, Jesús<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrícolas. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Departamento de Química y Análisis Agrícola. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.  
Correo electrónico: b.sanchez@alumnos.upm.es; jth@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El proyecto “*Creating a platform for communication between science and practice in organic food system*” (“*Creación de una plataforma de comunicación entre la ciencia y la práctica en sistemas de agricultura ecológica*”) se presenta como vía para conocer los problemas de comunicación entre la ciencia y la práctica, en el sector ecológico europeo. Para ello, universidades y otras instituciones europeas, a partir de encuestas a los distintos actores del entorno de los productos ecológicos, pretenden identificar las cuestiones que afectan a productores, elaboradores y detallistas para aportar soluciones constructivas y poder colaborar en el desarrollo del mercado.

En la actualidad se ha efectuado la recogida y estudio de la información correspondiente a los productores ecológicos e iniciado la segunda fase de recolección de datos a elaboradores y comercializadores.

**Palabras clave:** *productores ecológicos, interacción universidad-sector productivo, encuesta*

### INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica es un sistema de gestión de las explotaciones basado en la utilización de recursos naturales y, por tanto, contribuye a la protección del medio ambiente, el bienestar animal y el desarrollo de las zonas rurales. El aumento de la demanda de alimentos ecológicos, ha impulsado un aumento en el manejo ecológico de tierras de cultivo y en el interés de los investigadores. Sin embargo, existen lagunas en el flujo de información entre el conocimiento científico y su aplicación práctica.

La Red ENOAT (“European Network of Organic Agriculture Teachers”), red europea de profesores universitarios de agricultura ecológica presente en 23 países europeos y de la que E.T.S.I. Agrónomos es miembro desde el 2007, tiene como objetivo coordinar cursos sobre producción, transformación y comercialización de productos ecológicos, y facilitar el intercambio de estudiantes y profesores. Fue tras su reunión anual de 2008, donde se vieron las carencias en la relación entre Universidad y agricultores y se comenzó a preparar un proyecto que diera respuesta a esta necesidad.

Así, surge el proyecto LOVET, “*Creating a platform for communication between science and practice in organic food system*” (“*Creación de una plataforma de comunicación entre la ciencia y la práctica en sistemas de agricultura ecológica*”), concedido en la II Convocatoria de Proyecto Leonardo da Vinci (2009) y se desarrollará desde agosto de 2009 hasta julio de 2011.

Los objetivos específicos del programa Leonardo correspondientes al proyecto son:

1. Apoyar la formación y actividades de formación continuada, la adquisición y el uso del conocimiento, habilidades y cualificaciones para facilitar el desarrollo personal y la participación en el mercado laboral europeo.



2. Apoyar la mejora de la calidad y la innovación en la educación, instituciones y prácticas en el sector de alimentos ecológicos y los sectores afines en Europa.
3. Aumentar el atractivo de la educación y la formación en el área de producción de alimentos ecológicos.

Los objetivos específicos del proyecto por orden cronológico son:

1. Identificación de las principales lagunas de conocimiento en el área de la agricultura ecológica en Europa.
2. Identificación de los problemas de comunicación entre la ciencia y la práctica (agricultores, asesores) en los sistemas de alimentos ecológicos.
3. La creación de conceptos comunes para encontrar respuestas a la falta de conocimiento, fortalecer la cooperación entre los investigadores y las partes interesadas y así, aumentar la fluidez en la comunicación en los países participantes.
4. Aplicación común de los conceptos desarrollados.
5. El desarrollo del sector ecológico.

Los distintos organismos, instituciones y/o asociaciones participantes en el proyecto son:

- Universidad de Ciencias de Varsovia (Polonia)
- Universidad de las Azores (Portugal)
- Universidad de Viterbo (Italia)
- Asociación Biocert (Italia)
- Universidad de Maribor (Eslovenia)
- Universidad Politécnica de Madrid (España)
- Universidad de Kassel (Alemania)
- EkoConnect (Alemania)
- Universidad de Helsinki, Instituto Rural (Finlandia)
- Asociación de Soluciones Sostenibles para el Medio Ambiente AGROLINK (Bulgaria)
- Universidad de Wageningen (Países Bajos)
- Fundación de Agricultura Ecológica de Estonia (Estonia)
- BIOEKSPERT (Polonia)
- Universidad de South Bohemia (República Checa)
- Asociación de Agricultura Ecológica de Hungría (Hungría)

El grupo responsable de la UPM es el Grupo de Innovación Educativa Agri-Cultura Ecológica, que desarrolla el proyecto en el ámbito de la CAM.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La metodología seguida para el desarrollo del proyecto consiste en realizar:

1. Reuniones periódicas entre los grupos participantes, para la puesta en común de los datos obtenidos por cada miembro integrante y fase. Cada reunión, se realiza en un país elegido de entre los participantes: Tartu (Estonia), Kassel (Alemania), E.T.S.I. Agrónomos de Madrid (España), Italia y Polonia.
2. Encuestas para obtener la información, a productores (primera fase), elaboradores/transformadores y distribuidores/comercializadores (segunda fase), realizándose un mínimo de 50 encuestas en la primera fase y de 10 a cada agente de la segunda, todas a partir de un modelo de cuestionario común para una recogida de información lo más homogénea posible. Los apartados de la encuesta dirigida a los productores son: datos personales y de la explotación, fuentes de conocimiento y requisitos del conocimiento.





3. Recogida de los datos en un formato único a través del programa GRAFSTAT.
4. Elaboración de una web para la difusión de los resultados e intercambio información entre los participantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera reunión, tras la adjudicación del proyecto, tuvo lugar en Tartu, Estonia, a finales de agosto de 2009. En ella, se trataron temas administrativos, se sentaron las bases de las actividades a realizar, se formaron los grupos de trabajo para preparar la primera propuesta de encuesta y la metodología a seguir en la recopilación de la información. La segunda reunión ha tenido lugar en la Universidad de Kassel (Alemania) en marzo de 2010 para presentar la información recopilada relativa a los productores.

El grupo de la UPM ha efectuado hasta la fecha 40 encuestas, en su mayoría de forma personal y el resto, vía correo electrónico o vía telefónica; y siempre que las condiciones meteorológicas lo han permitido, se han visitado las distintas explotaciones. Además del formato exigido en las encuestas, se ha mantenido un amplio diálogo con los entrevistados, permitiendo así, la profundización en sus vivencias y la recogida de sugerencias.

De la primera parte de la encuesta de productores, se recoge:

1. La mayoría de los productores ecológicos de la Comunidad de Madrid son hombres entre los 18 y 45 años.
2. Su nivel cultural es medio-alto, poseyendo en un 43%, títulos universitarios y un 29%, un grado en F.P.
3. La zona de ubicación de las fincas, los productores encuestados y el tipo de gestión que realizan se recogen en la figura 1.

**Figura 1: Cuadro resumen productores por población y tipo de gestión**

Zona	Poblaciones	Nº productores encuestados	Tipo de gestión
<b>Norte</b>	Colmenar Viejo	1	Vacas nodrizas
	Torremocha del Jarama	1	Cereal
	S. S. de los Reyes	1	Cereal
	Cobeña	1	Miel
	Montejo de la Sierra	1	Hortalizas
	San Mamés	1	Queso de cabra
	Rascrafia	1	Hortalizas
<b>Noroeste</b>	Collado Villalba	1	Hortalizas
<b>Sureste</b>	Chinchón	1	Olivar y piñoneros
	Morata de Tajuña	3	Cereal, olivo, uva
	Belmonte del Tajo	1	Olivo y viñedo
	Villaconejos	9	Olivo y viñedo
	Colmenar de Oreja	4	Cereal, legumbres, viñedo.
	Villarejo de Salvanés	1	Olivo y viñedo.
<b>Sur</b>	Aranjuez	1	Hortalizas
	Cenicientos	2	Viñedo y vacas de carne.
<b>Suroeste</b>	Rivas Vaciamadrid	1	Hortícolas y mercadillo de AE.
	Navalcarnero	1	Hortícola
<b>Oeste</b>	Brunete	1	Hortalizas
	Villaviciosa de Odón	1	Almendros
	San Martín de Valdeiglesias	3	Frutas, Hortalizas, Olivo, Viñedo
	Villa del Prado	1	Hortalizas.
	Pozuelo del Rey	3	Cultivos Herbáceos, Olivo



Respecto a la fuente de información y asesoramiento, la información recopilada:

1. La mayoría de los productores ecológicos solicitan asesoramiento frente a los que no lo creen conveniente (90% vs 10%). El 84% varias veces al año y la fuente de asesoramiento más común, con un 76%, son sus propios compañeros.
2. La fuente de consulta de información a nivel personal es a través de seminarios (12%), reuniones (17%) y visitas a granjas (12%).
3. Para la búsqueda de información no personal utilizan revistas (35%), internet (29%), boletín agrícola (26%) y, el resto (un 10%), en libros, televisión y radio.

Si se atiende a la tercera parte del cuestionario, relativa a los requisitos de conocimiento más demandados a la hora de tomar decisiones, son:

1. Manejo de malezas y control de plagas, necesidad de nuevos tratamientos para poder combatirlos así como métodos de identificación y prevención.
2. Semillas, como factor limitante y necesidad de comprobar su origen y certificación.
3. Comercialización: desconocimiento del mercado y técnicas de marketing, falta de estudios de mercado.

Actualmente, el proyecto se encuentra en su segunda fase, elaborándose los cuestionarios destinados a elaboradores, transformadores y comercializadores.

## CONCLUSIONES

- La mayoría de productores ecológicos se ubican en la zona sureste y se dedican a la producción de aceituna y uva de vinificación.
- Un gran porcentaje de ellos llevan en agricultura ecológica desde el 2000 a 2005.
- Su principal fuente de asesoramiento son los compañeros.
- El requerimiento de información más demandado es en el manejo del sistema y en la comercialización.
- El principal problema encontrado es la falta de concienciación ambiental y el desconocimiento de la agricultura ecológica. Así como, la fuerte competencia ante los productos de agricultura convencional.
- La actitud de los productores hacia el proyecto y realización de encuestas, se valora como positiva a muy positiva; habiéndose mostrado bastante receptivos, con ganas de encontrar soluciones a lo planteado.

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores M<sup>a</sup> Asunción Molina Casino y Jesús Pérez Sarmentero y a todos los productores entrevistados por su dedicación y tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

Briz, T. Molina Casino, M.A. Pérez Sarmentero, J. 2009. "Proyecto Lovet: Leonardo organic vocational education and training: interacción entre la Universidad y el sector productivo ecológico". II Jornadas Internacionales UPM sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea 2009. (INECE'09).

## **SESIÓN C4**





## ENSAYO PRELIMINAR PARA OPTIMIZAR LA INCORPORACIÓN DE SEPIOLITA “SPLF” EN ALIMENTACIÓN LÍQUIDA PARA CERDOS

Blázquez, Silvia<sup>1</sup>

Tutores: García-Rebollar, Paloma<sup>1</sup>; Escribano, Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de producción animal. E.U.I.T. Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Tolsa. S.A. Carretera Vallecas-Mejorada Del Campo (M-203) KM 1,6, Madrid

Correo electrónico: [silvia\\_blazquez\\_navarro@yahoo.es](mailto:silvia_blazquez_navarro@yahoo.es)

### RESUMEN

Se ha realizado un estudio con 3 tipos de sepiolita reológica (SR1, SR2, SR3) a tres concentraciones (0,5; 0,65; 0,8% MS del pienso) con el fin de mejorar la homogeneidad del alimento líquido determinado por el índice de fluidez (IF). Los ensayos de laboratorio comparan y combinan 3 procesos: humectación (5' y 60'), predispersión (0 y 15'') y agitación (1000 vs. 2000 rpm).

El índice de fluidez mejora con el aumento en la concentración de sepiolita en el alimento, hasta concentraciones de 0.65%, donde alcanza la saturación. Sólo la sepiolita SR2 es válida para agitaciones a 1000 rpm en concentraciones de 0.65% (IF=87.62%). En estas condiciones una predispersión permite validar la SR3 (69.91%). En general, una agitación a 2000 rpm mejora el índice de fluidez siendo aptas los tres tipos de sepiolita a concentraciones de 0.65% (IF=64.46%, 87.62 y 89.06% respectivamente para SR1, SR2 y SR2). El proceso de humectación no afecta apreciablemente al índice de fluidez.

**Palabras clave:** porcino, sepiolita, alimentación líquida

### INTRODUCCIÓN

En Europa, la alimentación líquida del ganado porcino es un sistema alternativo al suministro de pienso en seco. Consiste en mezclar los alimentos con agua o subproductos líquidos y distribuirlos por una red de tuberías de la granja, a los distintos lotes de cerdos. El mercado de cerdos con alimentación líquida ha crecido de manera significativa desde 1985 con motivo de la reestructuración del sector porcino, para aumentar su competitividad reduciendo costes de producción (Tolsa, S.A. 1995). Las ventajas e inconvenientes de este tipo de alimentación son fundamentalmente:

Ventajas: menor coste de producción (menor coste de alimentación y menor coste de mano de obra), mayor nº de cerdos/granja, ahorro de energía, no hay polvo, menor tiempo de alimentación, racionamiento más ajustado a las necesidades de los cerdos.

Inconvenientes: inversión alta, personal especializado, separación/ decantación, falta de fluidez, bajo contenido materia seca del alimento, falta de higiene, agua sucia, fermentación, escaso conocimiento sobre el valor nutritivo.

El presente ensayo se enmarca en un Proyecto I + D que estudia el empleo de sepiolita para alimentación líquida en cerdos. La sepiolita en piensos líquidos actúa como suspensionante / fluidificante. Mejora la estabilidad y homogeneidad del alimento líquido, reduce su decantación y favorece el aumento del porcentaje en materia seca en las fases críticas de recría y crecimiento, donde interesa maximizar el aumento diario de peso, maximizando el consumo de pienso.

El objetivo de este estudio es optimizar el proceso de incorporación de sepiolita en los piensos líquidos de alimentación para cerdos para mejorar la fluidez del pienso estimada mediante el índice de fluidez (IF) y la capacidad de retención de agua (CRA).



## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la empresa TOLSA, S.A. El alimento líquido utilizado se compone de agua, cereal y sepiolita para un contenido de materia seca constante del 25%. El cereal es maíz molido para alimentación animal, cribado con un tamaño de criba mayor de 50 mallas ASTM. Se utilizaron tres tipos de sepiolita reológica. (SR1, SR2, SR3) a tres concentraciones (0.5, 0.65 y 0.8%).

Los ensayos compararon mediante el índice de fluidez los procesos de humectación, predispersión y agitación. La humectación, consiste en mantener en agua el pienso durante 5' ó 60'. La predispersión consiste en remover durante 15" el alimento previo a introducir en el agitador Cowles. La agitación se realiza a 1000 y 2000 rpm durante 5'.

Para la determinación del índice de fluidez, que es el parámetro que permite evaluar la cantidad de pienso que fluye en una probeta en condiciones determinadas, teniendo en cuenta la sinéresis, se realizó el siguiente procedimiento: El alimento líquido se vierte en probetas de 500ml. La agitación se realizó con un Cowles a una velocidad de cizalla de 1000 o 2000 rpm con un disco de 5 cm de diámetro y por duplicado. La fracción líquida se determinó con el inclinómetro y la fracción sedimentada se pesó en balanza Cobos con incertidumbre inferior a 0,3 g. Además fué necesario estimar el porcentaje de sinéresis (fracción líquida que se separa de la parte sedimentada después de un reposo de 5').

$$\begin{aligned} IF &= \text{Fluidez (\%)} - \text{Sinéreis (\%)} \\ \text{Fluidez} &= (HA - P3)/(HA - P1) * 100. \\ &(\text{Según norma NET- 134-01. Tolsa}) \end{aligned}$$

Se determinó también la capacidad de retención de agua (CRA). La CRA es la cantidad de agua que absorbe un pienso que está sumergido hasta saturación. Permite calcular el porcentaje de materia seca que se debe emplear en el ensayo de fluidez, con el fin de que los resultados sean comparativos. Se expresa en %, y se calcula mediante esta fórmula:

$$CRA (\%) = (P3 - P2 - A) * 100 / (P2 - P1). (\text{Según norma NET-136-01. Tolsa})$$

## RESULTADOS

La CRA del maíz resultó ser del 158% por lo que se fijó el porcentaje de MS total del alimento líquido al 25%.

### EFFECTO DE LA AGITACIÓN

En las tablas 1 y 2 se observa que el aumento en la velocidad de agitación (1000 vs. 2000 rpm) mejora el índice de fluidez del alimento. El índice de fluidez mejora también con el aumento de la concentración de sepiolita en el alimento, hasta valores de 0,65%. Para una adición de 0.8% no se observan mejoras. Para agitaciones a 1000 rpm, SR1 y SR3 (Tabla.1) no dan índices de fluidez válidos (>60%). Sólo funciona el tipo SR2 a concentraciones de 0,65% y 0,8%, pero sin diferencias entre ambas (91.31% vs. 91.68%) que justifiquen la adición de una mayor concentración de sepiolita. A 2000 rpm y concentraciones de 0.5% (Tabla.2) los tres tipos de sepiolita aparecen claramente diferenciados, siendo SR2 quien presenta un índice de fluidez más alto (68.24%) frente a SR1 y SR3 (23.11 vs. 35.75%, respectivamente).



**Tabla 1. Efecto de la Concentración de Sepiolita en el Índice de Fluidiez (Agitación 1000 rpm, 25% MS)**

Concentración (% MS) /Tipo Sepiolita	0,5	0,65	0,8
SR1	13,61	10,57	11,35
SR2	12,72	91,31	91,68
SR3	5,53	15,30	16,00

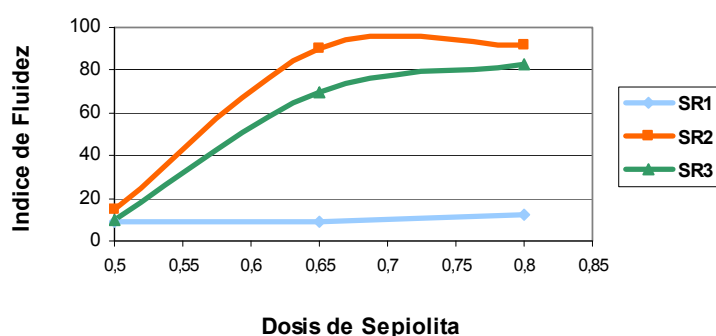
**Tabla 2. Efecto de la Concentración de Sepiolita en el Índice de Fluidiez (Agitación 2000 rpm, 25% MS)**

Concentración (% MS) /Tipo Sepiolita	0,5	0,65	0,8
SR1	23,11	64,46	62,04
SR2	68,24	87,62	87,08
SR3	35,75	89,06	84,96

### **EFFECTO DE LA PREDISPERSIÓN CON VELOCIDAD DE AGITACIÓN CONSTANTE (1000 RPM)**

Realizar predispersión no tiene efecto en la mejora de la fluidiez sobre los tipos SR1 y SR2. La sepiolita SR3 aumenta notablemente al realizar predispersión (Fig.1) siendo apta para concentraciones de 0.65% y 0.8% con índices de 69.91% y 82.43% frente a 15.30 % y 16.00% obtenidos con y sin predispersión, respectivamente.

**Figura 1. Efecto de la concentración de sepiolita en el índice de fluidiez con predispersión (Agitación 1000 rpm ,25% MS)**

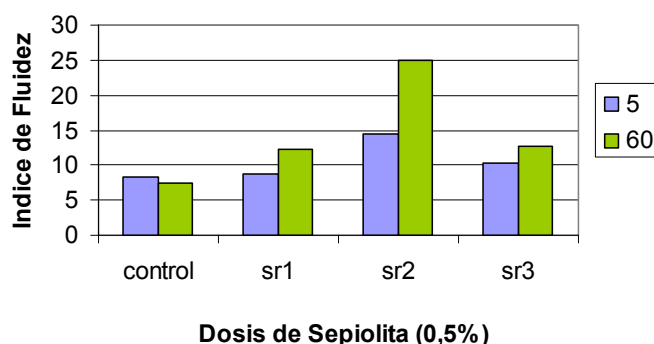


### **EFFECTO DE LA HUMECTACIÓN (5' VS. 60') Y PREDISPERSIÓN CON VELOCIDAD DE AGITACIÓN CONSTANTE (1000 RPM)**

Se estableció una muestra control que consiste en el pienso líquido con maíz, sin sepiolita frente a los tres tipos de sepiolita objeto del estudio. El aumento del tiempo de humectación a 60' sólo presenta diferencias para SR2 (25.07% vs. 14.42%). El aumento del índice de fluidiez por efecto de éste proceso es poco apreciable.



**Figura 2. Efecto del tipo de sepiolita reológica y del tiempo de humectación (5 y 60') en el Índice de Fluidéz (Agitación 1000 rpm, 25% MS)**



### CONCLUSIONES

El índice de fluidez aumenta con la concentración de sepiolita en el alimento hasta niveles de 0.65% donde alcanza la saturación. La sepiolita SR2 es la que obtuvo mejores resultados a concentraciones a 0,65% para manejar índices de fluidez por encima del 60%. La predispersión permitiría utilizar SR3 a igual concentración. La humectación no presenta diferencias apreciables.

### AGRADECIMIENTOS

Tolsa, S.A. departamento de I+D de alimentación animal. Fundación FEDNA para el desarrollo de la alimentación animal.

### BIBLIOGRAFIA

Tolsa, S.A. Sepiolita "SPLF" para alimentación líquida de cerdos. Informe interno  
Rosil Lizardo. IRTA 2003 Alimentación líquida del ganado porcino. Roma  
Tolsa, S.A. NET-134- 01 Determinación del índice de fluidez.  
Tolsa, S.A. NET- 136-01 Determinación de la capacidad de retención de agua en piensos para alimentación animal. Anexo I.





## ANÁLISIS COMPARATIVO DE BRADYRHIZOBIA AISLADOS DE *Lupinus angustifolius* L. Y *Lupinus mariae-josephi*

López, Pablo; Durán, David R.

Tutores: Rey, Luis; Ruiz-Argüeso, Tomás

Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas. Dpto. de Biotecnología. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

E-mail: pablo.layala@alumnos.upm.es

### RESUMEN

Los altramuces (*Lupinus sp.*) son leguminosas con alto contenido proteico y alto valor en alimentación animal. Todas las especies de *Lupinus* que crecen en la Península Ibérica, incluida *L. angustifolius*, requieren suelos ácidos, excepto *L. mariae-josephi*, una especie recientemente descrita, que excepcionalmente crece en suelos alcalinos.

Se han analizado las relaciones filogenéticas entre bacterias endosimbióticas (rizobios) de *L. mariae-josephi* y de *L. angustifolius* y su posición evolutiva respecto a rizobios aislados de otras especies de *Lupinus* y de otras leguminosas. Con este fin se comparó la secuencia aminoacídica de proteínas esenciales ("housekeeping"), RecA, AtpD, GlnII, y de la proteína simbiótica NodC, así como también la secuencia nucleotídica intergénica 16S-23S (ITS).

La caracterización simbiótica de *L. angustifolius* y *L. mariae-josephi* implicó la realización de ensayos de inoculación cruzada, empleando plantas cuyos endosimbiontes están filogenéticamente próximos. Además, se estudió por microscopía de fluorescencia la distribución de bacteroides en los nódulos, utilizando rizobios que expresan GFP. Se espera identificar factores de la simbiosis con rizobios que capacitan a *L. mariae-josephi* para crecer en suelos básicos.

**Palabras clave:** *bradyrhizobia*, *Lupinus*, *nodulación*

### INTRODUCCIÓN

El género *Lupinus* (altramuces) incluye un grupo diverso de leguminosas de gran importancia por su utilidad en alimentación humana o animal, ya que poseen unas de las semillas más ricas en proteínas, y por su interés ecológico, ya que pueden crecer en suelos áridos y pobres en nitrógeno. La mayoría de los altramuces son endémicos de América, pero algunos proceden del Viejo Mundo; en la Península Ibérica crecen siete especies de este género en suelos ácidos, cinco nativas *L. cosentinii*, *L. hispanicus*, *L. angustifolius*, *L. micranthus* y dos introducidas *L. albus* y *L. polyphillus* (Castroviejo & Pascual, 1999). La especie, *L. mariae-josephi*, recientemente descubierta en una región de Valencia (Pascual, 2004), resulta atractiva por ser la única especie descrita con capacidad de crecer en suelos alcalinos con alto contenido en calcio.

Los rizobios son bacterias capaces de fijar nitrógeno en unas estructuras especializadas llamadas nódulos de raíces de leguminosas entre las que se encuentran plantas de *Lupinus*. En nuestro grupo trabajamos con cepas de rizobios aisladas de nódulos de diferentes *Lupinus* y de otras leguminosas. Los datos obtenidos en nuestro laboratorio indican que todos los rizobios aislados de especies de *Lupinus* pertenecen al grupo de *Bradyrhizobium*. En este trabajo nos vamos a centrar especialmente en la caracterización de dos cepas denominadas ISLU101 y LmjC aisladas de nódulos de *L. angustifolius* y de *L. mariae-josephi* respectivamente (Tabla 1). Aunque ambas cepas son capaces de nodular especies de *Lupinus*, LmjC es una cepa que crece extremadamente lenta y no presenta abundantes exopolisacáridos en placa a diferencia de ISLU101 que muestra una abundante mucosidad y crecimiento como otros *Bradyrhizobium* ya descritos.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1.- Material biológico

#### 1.1 Bacterias y plásmidos: Tabla 1.

**Tabla 1. Bacterias y plásmido empleado en este trabajo**

Bacteria	Características relevantes	Fuente y/o referencia
ISLU101	Aislada de <i>Lupinus angustifolius</i>	Temprano, 1999
LmjC	Aislada de <i>L. mariae-josephi</i>	Este laboratorio
<b>Plásmido</b>		
pHC60	Contiene el gen <i>gfp</i> y Tc <sup>r</sup>	Cheng & Walter, 1998

#### 1.2 Material vegetal

Se utilizaron plantas de *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus mariae-josephi* y *Retama sphaerocarpa* (L) Boiss.

### 2.- Medios y condiciones de cultivo

Las cepas de rizobios utilizadas en este estudio se cultivaron a 28°C en medio Arabinosa-Gluconato (Sadowsky et al, 1987) tras comprobarse que en este medio era donde mejor crecía la cepa LmjC.

### 3.- Crecimiento de las plantas en condiciones bacteriológicamente controladas

Se utilizó la técnica descrita por Leyva et al, 1987 modificada. En función de la dureza de las semillas: no se escarificaron las de *L. angustifolius*, se escarificaron mecánicamente las de *L. mariae-josephi* y químicamente las de *Retama sphaerocarpa* (una hora en ácido sulfúrico concentrado). Posteriormente todas las semillas fueron desinfectadas sumergiéndolas un minuto en alcohol seguido de tres minutos en hipoclorito sódico al 2% y diez lavados en agua de medio minuto cada lavado. A continuación se depositaron en agar agua (1%) a Tª ambiente hasta su germinación. Las semillas de retama mejoraron su germinación con una incubación inicial de 48h a 4°C. Una vez germinadas, las semillas se sembraron en unidades tipo Leonard con vermiculita como soporte inerte, con dos plántulas por maceta. Cada unidad se inoculó con 4 ml de cultivo de los correspondientes rizobios y por último, las plantas crecieron en cámara climática provista de fotoperiodo (16h/día) y un ciclo de temperatura día/noche de 25°C / 18°C entre cuatro y cinco semanas.

### 4.- Obtención de la secuencia nucleotídica intergénica 16S-23S (ITS).

En primer lugar se obtuvo el ADN total de diferentes bacterias a partir de 2 ml de cultivo en fase exponencial en medio YMB a partir de columnas de purificación DNeasy Blood & Tissue Kit (QIAGEN Ltd.).

A continuación se amplificó por PCR la secuencia nucleotídica intergénica 16S-23S (ITS) utilizando los oligos FGP1490 y FGPL132 y en las condiciones descritas por Lei et al, 2008. Los productos de PCR se purificaron utilizando un Kit comercial "QIAquick PCR Purification Kit (250)" y fueron secuenciados por la empresa MACROGEN (Korea).

### 5.- Análisis filogenético:

Las secuencias de los genes *recA* (recombinasa A), *atpD* (ATPasa), *glnII* (Glutamina sintetasa II) como genes de funciones básicas (housekeeping) y la del gen *nodC* como gen simbiótico fueron obtenidas por P. Sánchez, 2009 y en este trabajo fueron traducidas usando "ExPASy Proteomics Tools", posteriormente se alinearon a través de "Basic Local Alignment Search Tool" junto con otras secuencias aminoacídicas presentes en el banco de datos de proteínas (NCBI). Un análisis similar se realizó con secuencias nucleotídicas intergénicas 16S-23S obtenidas como se indica en el apartado anterior. Posteriormente se elaboró el árbol filogenético de las diferentes secuencias con la herramienta "Robust Phylogenetic Analysis For The Non-Specialist" (Dereeper et al 2008)

### 6.- Observación de los nódulos por microscopia de fluorescencia

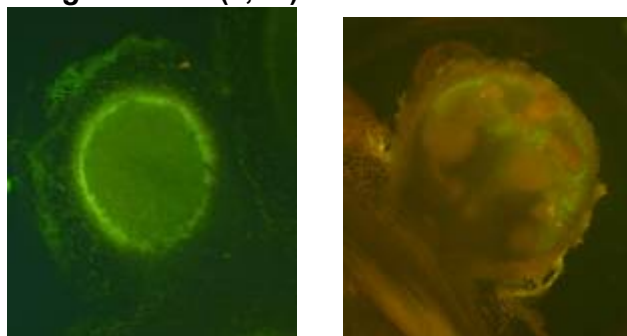
Con objeto de poder observar con detalle la distribución de bacterias en los nódulos de diferentes leguminosas se introdujo en las bacterias por conjugación el plásmido pHC60 portador del gen *gfp* bajo control de un promotor constitutivo (Chen & Walker, 1998).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se observó que las cepas designadas LmjC e ISLU101 en ensayos de inoculación cruzada con las plantas de las que ha sido aisladas, *L. mariae-josephi* y *L. angustifolius* respectivamente, producen nódulos abundantes, rojos y capaces de fijar nitrógeno, sin embargo la cepa LmjC produce nódulos escasos, blancos e incapaces de fijar nitrógeno con *L. angustifolius*. La cepa ISLU101 produce nódulos abundantes, rojizos y poco eficientes con *L. mariae-josephi*. Con objeto de poder observar con detalle la distribución de bacterias en los nódulos de diferentes leguminosas se introdujo en las bacterias por conjugación el plásmido pHc60 portador del gen *gfp* bajo control de un promotor constitutivo (Chen & Walker, 1998). Los resultados obtenidos con la cepa ISLU101pHC60 mostraron en nódulos de *L. angustifolius* una distribución uniforme de bacterias con un anillo de mayor fluorescencia en la zona meristemática del nódulo (Imagen 1 Izquierda) sin embargo los nódulos de *L. mariae-josephi* presentaron menos bacterias y su distribución era irregular (Imagen 1 Derecha) consistentemente con la menor eficiencia en la fijación de nitrógeno observada respecto a nódulos de *L. mariae-josephi* inoculados con LmjC.

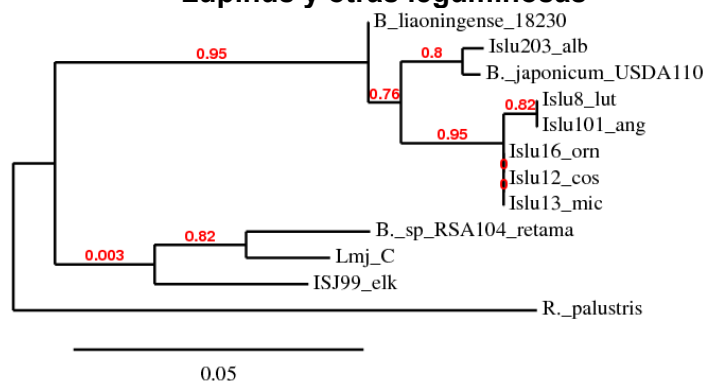
**Imagen 1. Microscopía de fluorescencia de nódulos producidos por ISLU101pHC60.**  
Izq: Nódulo de *L. angustifolius* (2,5X) Dcha: Nódulo de *L. mariae-josephi* (5x)



Por otra parte el análisis filogenético de las secuencias de proteína de RecA, GlnII, AtpD, NodC y el análisis de la región ITS de LmjC e ISLU101 mostró que todas las secuencias agrupan con bacterias de género *Bradyrhizobium*, sin embargo las secuencias de LmjC se agrupaba sólo con secuencias de otros aislados de *L. mariae-josephi*, mientras que las secuencias de ISLU101 se agrupaban con las de aislados de diferentes *Lupinus* que crecen en suelos ácidos.

En el análisis filogenético con las secuencias de GlnII se ha encontrado que la secuencia de LmjC está muy próxima a la de una bacteria, RSA104, aislada de *Retama sphaerocarpa* (Bouilila et al 2009). RSA 104 también ha sido descrita como una bacteria de crecimiento extremadamente lento y con poca mucosidad. Con esta información realizamos la inoculación de plántulas de *R. sphaerocarpa* con las cepas LmjC e ISLU101. En ambos casos se obtuvieron nódulos abundantes y rojizos.

**Figura 1. Árbol filogenético de secuencias de proteína GlnII de rizobios aislados de Lupinus y otras leguminosas**





## CONCLUSIONES

Este estudio muestra que la cepa endosimbiótica LmjC, aislada de la única especie de *Lupinus* conocida que crece en suelos alcalinos, es una cepa diferente de todas las otras aisladas de *Lupinus sp* que crecen en suelos ácidos y entre los que se encuentra ISLU101. Además se ha demostrado una importante semejanza entre LmjC y RSA104 de *R. sphaerocarpa* tanto a nivel de secuencia como por la capacidad de LmjC de nodular *R. sphaerocarpa*.

Podemos concluir que los rizobios que nodulan *L. mariae-josephi* en suelos alcalinos y calcáreos poseen características simbióticas y genéticas distintas de los rizobios de lupinos que crecen en suelos ácidos en la Península Ibérica.

Los resultados de este trabajo pretenden contribuir a obtener inoculantes que faciliten una ampliación del área de distribución del género *Lupinus* en suelos alcalinos degradados y poco productivos.

## AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos cuyo conocimiento e investigación ha ayudado a llevar a cabo este trabajo. Muy especialmente a Ana Isabel Iglesias, Carmen Sánchez, Paloma Sánchez y Mira Polajnar y a los profesores Tomás Ruiz-Argüeso y Luis Rey Navarro

## BIBLIOGRAFÍA

- Boulila F, Depret G, Boulila A, Belhadi D, Benallaoua S, Laguerre G. (2009) Retama species growing in different ecological-climatic areas of northeastern Algeria have a narrow range of rhizobia that form a novel phylogenetic clade within the Bradyrhizobium genus. *Syst Appl Microbiol.* Jul;32(4):245-55
- Castroviejo & Pascual (1999). *Flora Ibérica*. pp 251-260.
- Chen & Walter (1998) Succinoglycan is required for initiation and elongation of infection threads during nodulation of alfalfa by *Rhizobium meliloti*. *J Bacteriol.* 198 Oct;180(19):5183-91.
- Dereeper A., Guignon V., Blanc G., Audic S., Buffet S., Chevenet F., Dufayard J.F., Guindon S., Lefort V., Lescot M., Claverie J.M., Gascuel O. *Phylogeny.fr: robust phylogenetic analysis for the non-specialist*. *Nucleic Acids Res.* 2008 Jul 1;36(Web Server issue):W465-9. Epub 2008 Apr 19.
- Laguerre, G., Nour, S. M., Macheret, V., Sanjuán, J., Drouin P., Amarger, N. (2001) Classification of rhizobia base on nodC and nifH gene analysis reveals a close phylogenetic relationship among *Phaseolus vulgaris* symbionts. *Microbiology* 147: 981-993.
- Lei X, Wang ET, Chen WF, Sui XH, Chen WX. (2008) Diverse bacteria isolated from root nodules of wild Vicia species grown in temperate region of China. *Arch Microbiol.* Dec;190(6):657-71
- Leyva A, Palacios JM, Mozo T, Ruiz-Argüeso T. (1987) Cloning and characterization of hydrogen uptake genes from *Rhizobium leguminosarum*. *J Bacteriol.* 1987 Nov;169(11):4929-34.
- Pascual, H. (2004) *Lupinus mariae-josephi* (Fabaceae), nueva y sorprendente especie descubierta en España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61(1): 69-72.
- Sadowsky MJ, Tully RE, Cregan PB, Keyser HH. (1987) Genetic Diversity in *B. japonicum* Serogroup 123 and Its Relation to Genotype-Specific Nodulation of Soybean. *Appl Environ Microbiol.* 53(11):2624-2630.
- Sánchez, P (2009) Caracterización simbiótica y filogenética de rizobios que nodulan la nueva especie *Lupinus-mariae-josephi*. Trabajo fin de carrera ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
- Temprano Vera, F. (1990) Evaluación de la capacidad simbiótica de poblaciones nativas de *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) y de la necesidad de inoculación de altramuces (*Lupinus sp.*) en suelos españoles. Tesis Doctoral.



## EL CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) SW), UNA PLANTA DE INTERÉS AGROALIMENTARIO

López, Marta

Tutor: Mendiola, M<sup>a</sup> Ángeles

Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. ET S Ingenieros Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: martalopezserra@gmail.com

### RESUMEN

***Sechium edule*** (Jacq.) SW. es una Cucurbitácea originaria de América Central. Su nombre más común es chayote, aunque también se conoce como papa del aire o cidrayota. La cultivaban los aztecas y los mayas y la domesticación de este cultivo se realizó en el sur de México y Guatemala. Los españoles lo difundieron con éxito por América del sur, pero no por Europa, dónde es un cultivo prácticamente desconocido. Se cultiva esencialmente por su fruto, que es una baya grande utilizada en alimentación humana. También se aprovechan sus raíces tuberosas con alto contenido en almidón, y sus hojas tiernas.

Se cultiva principalmente en Costa Rica, Guatemala y México, y en otros países con climas adecuados de América. Al ser una planta adaptada a clima tropical húmedo, su implantación como cultivo en España solo sería posible, en las Islas Canarias, así como en las zonas subtropicales de la costa de Málaga y Granada.

**Palabras clave:** *Sechium edule*, chayote, cucurbitácea

### INTRODUCCIÓN

El chayote es un cultivo muy interesante desde el punto de vista nutricional, pero poco conocido en España, dónde podría tener buenas posibilidades de adaptación en algunas zonas de clima favorable. A continuación se analizan los aspectos más importantes de esta especie, así como sus cualidades nutritivas, y sus propiedades.

Es una *Cucurbitaceae*, cuyo nombre científico es *Sechium edule* (Jacq.) Swartz. Y como la mayoría de las especies de esta familia, presenta un fruto en baya característico y muy apreciado en numerosos países de Centroamérica, donde ya se consumía tradicionalmente desde antes del descubrimiento. Se conoce con diferentes nombres vulgares, que se indican a en la tabla 1.

**Tabla 1. Nombres comunes**  
(fuente DÍAZ ROBLEDO, 2004)

<b>náhuatl</b>	chayote (calabaza espinosa) (México, Nicaragua, Costa Rica, Panamá)
<b>castellano</b>	cidrayota (Colombia), gayota (Perú), huisquil, güisquil o uisquil [México (Chiapas), Guatemala, El Salvador], papa del aire, cayota (Argentina)
<b>portugués</b>	chocho, chuchu, xuxu, machiche, machuchu (Brasil)
<b>francés</b>	christophine, mirliton [Haití, Guadalupe, Bermuda, Trinidad y Tabago, Estados Unidos (Louisiana), Guayana francesa].
<b>italiano</b>	saiota, sechio, sciusciu, zucca centernaria
<b>chino</b>	faat sau gwa

### ORIGEN, HISTORIA Y DIFUSIÓN

A diferencia de otros cultivos, no existen indicios arqueológicos que indiquen la antigüedad del cultivo de *Sechium edule*. Sus frutos carnosos, con una sola semilla de testa suave, no permiten su conservación y, hasta donde se sabe, tampoco se han



identificado en yacimientos arqueológicos granos de polen u otras estructuras de esta especie. (LONG, 2003)

Crónicas de la época de la Conquista indican que, al menos en México, *Sechium edule* se cultivaba desde épocas precolombinas. En cuanto a las referencias lingüísticas, como hemos indicado antes, los nombres comunes de origen nativo se concentran principalmente en México y América Central. (LIRA, 1996) En cuanto a los testimonios derivados de la diversidad bajo cultivo de *S. edule*, los registros de exploraciones coinciden en que la mayor variación se encuentra entre el sur de México y Guatemala. La distribución geográfica de los parientes silvestres de *S. edule* también confirma el origen mesoamericano de este cultivo. (GAMBOA, 2005)

Es una especie que sin duda fue domesticada dentro del área cultural de Mesoamérica, y precisamente en la región comprendida entre el sur de México y Guatemala. (DÍAZ ROBLEDÓ, 2004)

El cultivo de *Sechium edule* está ampliamente difundido en Mesoamérica. Su introducción en las Antillas y América del Sur se llevó a cabo entre los siglos XVIII y XIX por los Españoles; de hecho, la primera descripción botánica en la que se menciona el nombre *Sechium* se debe a P. Brown en 1756, y se refiere a plantas cultivadas en Jamaica. En esta misma época, la especie se introdujo en Europa, desde donde fue llevada a África, Asia y Australia, sin embargo su introducción en los Estados Unidos data de fines del siglo XIX. (LONG, 2003)

### CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN

Es una planta vivaz, trepadora perenne, monoica, con raíces engrosadas y tallos delgados, ramificados, de hasta 10 m de longitud. Las hojas, de 10 a 20 centímetros de largo, son enteras, con nervaduras palmadas, con 5 lóbulos puntiagudos y una base cordiforme. Las flores son unisexuales y pequeñas, de colores variados que van del amarillo al blanco verdoso. Las flores femeninas son solitarias, en cambio las masculinas están reunidas en racimos. El fruto es una gruesa baya de 7 a 20 cm de largo, que puede pesar hasta 500 gramos, aunque es muy diverso en formas, tamaños, número de espinas y surcos, suele tener forma de pera de bordes irregulares, va del color amarillo crema o verde pálido hasta el verde oscuro. Cuando está tierno presenta una cáscara lustrosa y consistencia dura. El fruto contiene una sola semilla muy gruesa, llamada pepita, que es comestible además de la pulpa, como podemos ver en las figuras 1 y 2. A veces se dice que esta planta es «vivípara» porque la semilla germina en el interior del fruto caído en el suelo. La pulpa verde pálida a blanquecina, es amarga en las plantas silvestres y no en las cultivadas. Los tubérculos que contienen de 10 a 15% de almidón, son comestibles cuando están tiernos. (LIRA, 1996).

**Figuras 1 y 2. Dibujo de la planta y detalle fruto del chayote.**  
(Fuente DÍAZ ROBLEDÓ, 2004 y WIK, 2006)





## PRODUCCIÓN Y EXTENSIÓN DEL CULTIVO

Como cultivo comercial se desarrolla en muy pocos países. Destaca Costa Rica que es líder mundial en exportaciones, siendo Estados Unidos el principal destino del mercado del *Sechium edule* costarricense. Los siguientes países que destacan por su producción mundial son Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá y México. La República Dominicana, Brasil, Colombia, Venezuela y Perú son los principales países productores de Latinoamérica. También se cultiva en algunas zonas de India, Malasia y África tropical. (GAMBOA, 2005).

## REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS DEL CULTIVO

El cultivo del chayote (*Sechium edule*) requiere suelos fértiles ligeramente ácidos y bien drenados. Necesita clima tropical templado con una precipitación de 2000 a 3000 mm. Las temperaturas óptimas de crecimiento van de los 15 a 28° C. Crece en altitudes de 300-1800 m. La planta tiene una vida útil variada, según el destino de su producción, entre 1,5 y 3 años. Las plantas se siembran en espalderas permanentes, y se disponen a distancias que permitan la recolección más fácil posible, el transporte a las cámaras de refrigeración y empaque. La cosecha se puede hacer unos 13 a 20 días después de la polinización. Los frutos se colocan en cajones de madera o cajas plásticas forradas con cartón en su interior para evitar lesiones en los frutos. Esta especie también se cultiva de manera tradicional en muchas regiones del mundo, en huertas y patios familiares. (TORRE de la, et. al. 1989).

## APLICACIÓN Y USOS

Su uso principal es como alimento humano. Los frutos, tallos y hojas tiernas, así como las porciones tuberizadas de las raíces, son consumidos como verdura, hervidos o formando parte de numerosos guisos. Los frutos, por su suavidad, se han empleado en alimentación infantil, jugos, salsas y pastas. También se pueden elaborar mermeladas y otros dulces, así como frutos deshidratados que pueden usarse como verdura después de cierto tiempo. Los tallos, por su flexibilidad y resistencia, han sido destinados a la fabricación artesanal de cestas y sombreros. En la India, los frutos y raíces, además de usarse como alimento humano, también se emplean como forraje. (LONG, 2003). También tiene usos medicinales; las infusiones de hojas se emplean para disolver cálculos renales, y como auxiliares en el tratamiento de la arterioesclerosis e hipertensión. Las propiedades cardiovasculares de las infusiones de hojas han sido comprobadas en estudios modernos, mientras que su gran efectividad en la curación de enfermedades renales ya se conocía en la península de Yucatán, desde la época colonial, donde estos padecimientos son muy comunes. También se le atribuyen al fruto virtudes medicinales para favorecer la lactancia y curar la tosferina. Algunos indican las propiedades adelgazantes y de regeneración celular del fruto, así como que la pulpa cruda del fruto es astringente, y utilizada en mascarilla para eliminar las manchas de la cara. (LIRA, 1996 y DUKE, 2009)

## COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Las partes consumibles de *S. edule* presentan menor contenido de fibra, proteínas y vitaminas que otros vegetales, como se puede observar en la tabla 3. Sin embargo, el contenido de calorías y carbohidratos es alto, principalmente en el caso de los tallos jóvenes, la raíz y la semilla respectivamente, mientras que el aporte de micro y macronutrientes por los frutos es suficiente. Los frutos, y principalmente las semillas, son ricos en aminoácidos como ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, arginina, cisteína, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, metionina (sólo en el fruto), prolina, serina, tirosina, treonina y valina. (LIRA, 1996)



**Tabla 3. Composición nutricional de distintos órganos.**  
(Fuente Gamboa, 2005)

Composición	Fruta madura	Puntas de hojas y tallos	Raíces tuberosas
pH	6,5-6,7	-	-
Energía (Cal.)	26,0-31,0	60,0	79,0
Humedad (%)	89,0-93,4	89,7	79,7
Proteína (g)	0,9-1,1	4,0	2,0
Lípidos (g)	0,1-0,3	0,4	0,2
Carbohidratos (g)	3,5-8,4	4,7	17,8
Fibra (g)	0,4-1,1	1,2	0,4
Calcio (mg)	12,0-19,0	58,0	7,0
Fósforo (mg)	20,0-27,0	108,0	34,0
Vitamina A (ug/m)	5,0	615,0	tz
Tiamina (mg)	0,03	0,08	0,05
Riboflavina (mg)	0,04	0,18	0,03
Niacina (mg)	0,4-0,5	1,1	0,9
Ácido ascórbico (mg)	11,0-20,0	16	19
Cáscara (%)	23	-	27

## CONCLUSIONES

El chayote, *Sechium edule*, es una especie con un gran potencial agroalimentario, tanto por su cultivo como por su consumo y sus características nutricionales. Su introducción como cultivo en España solo podría realizarse en zonas subtropicales, por sus requerimientos edafoclimáticos. Es muy demandada por la población centroamericana y puede ser una gran alternativa a otras cucurbitáceas como el calabacín.

## AGRADECIMIENTOS

A M<sup>a</sup> Ángeles Mendiola Ubillos por haberme animado a participar en el congreso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Díaz Robledo, J., 2004. Descubre los frutos exóticos. Capitel ediciones, Madrid pp 130-133
- Duke J.A., Bogenschütz-Godwin M., Ottesen A. R., 2009. Duke's Handbook of medicinal plants of latin américa. CRS Press Taylor and Francis group. USA pp 618-619
- Gamboa W., 2005. Producción agroecológica, una opción para el desarrollo del cultivo del chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.). Editorial Universidad de Costa Rica. pp 219.
- Lira R., 1996. Chayote, *Sechium edule* (Jacq.) Sw. International Plant Genetic resources Institute (IPGRI) pp 58.
- Long J., 2003. Conquista y comida, consecuencias del encuentro de dos mundos. Universidad autónoma de México. pp 208- 210
- Torre (de la) F., Cujo P., 1989. Compendio de agronomía tropical. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. Costa rica. Tomo II pp 181-184
- Wyk, B-E van., 2006. Food plants of the World. Timber Press. Oregon, USA. pp. 479
- <http://www.horticulture.wisc.edu/>





## IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS: APLICACIONES DE MODELOS REGIONALES DE CLIMA A ESPAÑA

Rey, Dolores

Tutor: Garrido, Alberto

<sup>1</sup>*Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias, E.T.S.I. Agrónomos  
Universidad Politécnica de Madrid  
Correo electrónico: lolarey@gmail.com*

### RESUMEN

Mediante los modelos regionales de cambio climático del proyecto europeo PRUDENCE<sup>1</sup>, aplicados sobre modelos de cultivo, se ha estimado el rendimiento potencial de algunos cultivos en 12 zonas de la Península Ibérica en el período 2070-2100. Comparando los resultados obtenidos con los rendimientos relativos a 1960-1990 se puede medir la variación de rendimiento entre ambos períodos. Aunque las estimaciones sobre los impactos del CC son cada vez más fiables, aún están sujetas a gran incertidumbre. Se han realizado 3 análisis: una evaluación del impacto del CC sobre el rendimiento de maíz y trigo en la Península Ibérica; un estudio de la variabilidad entre los modelos regionales de CC, y el estudio de los beneficios derivados de la adaptación del maíz al CC.

**Palabras clave:** Cambio climático, rendimiento, Península Ibérica

### INTRODUCCIÓN

El cambio climático (CC) es uno de los principales problemas de la humanidad. La agricultura, por su dependencia de las condiciones climáticas y edáficas, será uno de los sectores más afectados (Comisión Europea, 2008; Easterling et al. 2007; PRUDENCE, 2005; Tubiello y Fischer, 2006). Los modelos generales de clima permiten predecir el calentamiento global, pero su baja resolución dificulta estimar los efectos del CC a escala regional. Gracias a su mejor resolución, los modelos regionales de cambio climático (RCMs) permiten analizar los efectos asociados a las características concretas de cada zona. La Península Ibérica se caracteriza por tener una gran variedad de condiciones climáticas y orográficas en un territorio no muy extenso, por lo que es interesante analizar la respuesta de los cultivos al CC en diferentes zonas. (Durán y Salamanca, 2008; Iglesias y Quiroga, 2007; Mínguez et al. 2007; Moreno, 2005; Guereña et al. 2001).

El presente trabajo pretende analizar la evolución de los rendimientos de dos cultivos en la Península Ibérica como consecuencia del CC, así como estudiar la variabilidad existente entre los RCMs, sujetos a un alto grado de incertidumbre (Christensen y Christensen, 2007). Concretamente se analizarán los resultados de 10 RCMs aplicados sobre dos cultivos de referencia: trigo (secano y regadío) y maíz (regadío) en 12 emplazamientos de España, en dos períodos (control: 1960-1990 y futuro: 2071-2100) bajo el escenario de emisiones A2, uno de los más extremos contemplados por el IPCC, y que supone que en 2100 la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico será de 850 ppm (IPCC, 2000). Se pretende evaluar estadísticamente la consistencia entre los resultados proporcionados por los modelos. Además, para el maíz se analizará el efecto derivado de la implantación de estrategias de adaptación, cuyo fin es reducir los efectos negativos del cambio climático (OECC, 2006).

### METODOLOGÍA

Se ha analizado la evolución del rendimiento potencial de maíz y trigo (de invierno y primavera). Sus períodos de crecimiento cubren estaciones diferentes y responden de manera distinta a cambios de temperatura y al aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico. Mediante el estudio de estos cultivos se puede obtener una idea general de los impactos del CC en nuestra agricultura. Las zonas de estudio son: Albacete, Badajoz,

<sup>1</sup> <http://prudence.dmi.dk/>



Córdoba (2 zonas), Castilla-León (Valladolid), Ebro (Zaragoza), La Coruña, Lugo, Mancha (Albacete), Madrid, Murcia y Navarra.

Los datos de rendimiento potencial (indicador que resume los efectos del CC en los cultivos) se han obtenido mediante la combinación de un modelo de simulación de cultivos (CERES, incluido en DSSAT<sup>2</sup>) con los modelos regionales de cambio climático del proyecto PRUDENCE. Los RCMs proporcionan al modelo de cultivo los datos necesarios de las principales características del clima (precipitación, temperatura, etc.)

Para cada período (1961-1990 y 2071-2100), a partir de cada RCM se obtienen 29 datos de rendimiento, un dato para cada año. A partir del conjunto de datos pertenecientes a los diez RCMs se ha obtenido la función de distribución que más se ajusta a ellos para cada uno de los dos períodos y se han comparado ambas funciones. Así, ha sido posible determinar si el rendimiento futuro será mayor o menor que en el período de control y en qué medida ha cambiado. Para conocer si la diferencia entre ambos períodos es significativa se emplean tests de comparación de medias (t-test) y de varianzas (Prueba de Levene), tomando el período de control (1961-1990) como base de comparación.

Los RCMs del proyecto PRUDENCE empleados son (todos ellos englobados en el modelo general HadAM3H): HIRHAM (DMI)<sup>3</sup>, ARPEGE (CNRM), HadRM3H (HC), CHRM (ETH), CLM (GKSS), REMO (MPIM), RCAO (SMHI), PROMES (UCM), RegCM (ICTP) y RACMO(KNMI). Sus predicciones están sujetas a un alto grado de incertidumbre. La comparación entre modelos se ha realizado sobre la base de los percentiles del rendimiento potencial estimado por cada uno de los modelos con el fin de comparar las predicciones obtenidas a partir de ellos. Además, se emplea el coeficiente de correlación por rangos (Tau de Kendall) que mide el grado de consistencia del conjunto de los RCMs. A partir de los datos referidos a la adaptación del maíz a las nuevas condiciones climáticas se puede comparar el rendimiento potencial de este cultivo en el período futuro si se lleva a cabo o no alguna estrategia de adaptación. Dicha estrategia consiste en adelantar 2,5 meses la fecha de siembra, y cambiar la variedad que se estaba cultivando tradicionalmente por otra con unas características más idóneas para las nuevas condiciones climáticas. La variedad utilizada para la obtención de los datos de rendimiento con adaptación corresponde a un ideotipo, una variedad tipo no existente en la naturaleza.

## RESULTADOS

El siguiente cuadro representa la variación del rendimiento potencial entre 1960-1990 y 2071-2100 en las 12 zonas de estudio. Se trata de cultivos de referencia mediante los que se pretende obtener una idea general de los impactos del CC en nuestra agricultura.

**Cuadro 1: Variación del rendimiento potencial ( $\Delta$  en %).**

CULT.	Alb.	Bad.	Cór.1	Cór.2	C-L	Ebro	La C.	Lugo	Man.	Mad.	Mur.	Nav.
1	-21.8**	-25**	-16.1**	-15.2**	-19.9**	-25.6**	7.3**	18.5**	-25.9**	-25.8**	-8.6**	13.1**
2	59.4**	56.5**	42.2**	78.7**	57.1**	57.2**	-27**	-24**	87.8**	71.1**	48.1**	16.4**
3					13.5*	-9.7	5.7	19.8**		-15.3*		35.3**
4	6.7**	-3.7	0.6	2.6	-2.6	0.1	-19.5**	-27.1**	-5.3**	-1.5	3.6	-12**
5					20.7**	21**	58.7**	33.7**		16.5**		31.1**

\*\* p  $\leq$  0.01 \* p  $\leq$  0.05

1: Maíz 2: Trigo primavera seco 3: Trigo invierno seco 4: Trigo primavera regadío 5: Trigo invierno regadío

En los trigos de invierno no se analizan las zonas del sur de nuestro país debido a

<sup>2</sup> Decision Support System for Agrotechnology Transfer.

<sup>3</sup> Las siglas corresponden al nombre del modelo regional de CC, y entre paréntesis a la institución europea en la que se ha desarrollado dicho modelo.

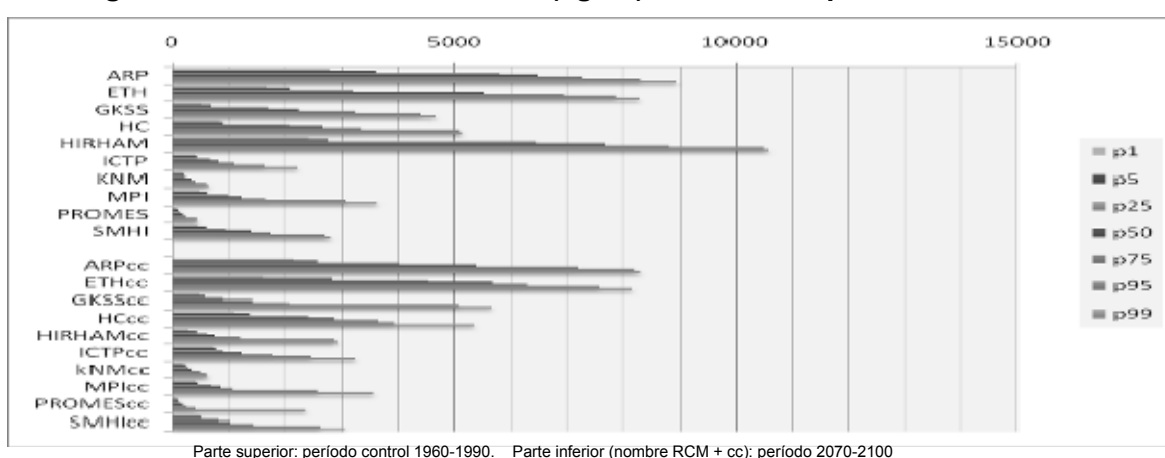


problemas de vernalización. El maíz, al tratarse de un cultivo muy sensible a las altas temperaturas será el más perjudicado por el CC, excepto en las zonas de Galicia y Navarra.

Los grandes incrementos registrados en ciertas zonas se deben a que el rendimiento de algunos cultivos está limitado por las condiciones climáticas actuales. Con el CC dicha limitación deja de existir y el rendimiento potencial aumenta en gran proporción.

Mediante complejos modelos de simulación del clima y teniendo en cuenta numerosas variables, muchos países europeos han logrado obtener una aproximación satisfactoria del clima futuro. Sin embargo, al trabajar de forma conjunta con los diez RCMs se hacen evidentes las diferencias entre ellos. A pesar de estas diferencias no hay forma de saber cuál será el que mejor reproduzca el clima futuro. Por ello, no podemos descartar ninguno por muy distintos que sean sus resultados a los de los demás, solo podemos evaluar la variabilidad existente entre los mismos.

**Figura 1. Percentiles rendimiento (kg/ha) obtenidos a partir de cada RCM.**



La figura 1 corresponde al rendimiento estimado para el trigo de primavera en secano en La Coruña. Si comparamos los percentiles de rendimiento potencial derivados de cada RCM nos damos cuenta de la amplia variabilidad existente entre el conjunto de predicciones elaboradas gracias a los 10 RCMs.

Para completar el análisis de la variabilidad entre los modelos de clima se ha calculado la Tau de Kendall como indicador de la consistencia del conjunto de los RCMs, midiendo la correspondencia de dos rankings de modelos ordenados en función del valor de rendimiento estimado. Para cada uno de los cinco cultivos, en cada zona se ha elaborado un ranking anual que ordena los diez RCMs de mayor a menor en función del rendimiento estimado en cada año, tanto para el período de control como para el futuro. Si la ordenación de los RCMs más o menos coincide en un mismo año para un par de cultivos en una zona concreta obtendremos valores de la Tau de Kendall próximos a 1.

En el período de control (1961-1990) podemos afirmar que, en general, entre el maíz y cualquier variedad de trigo la correspondencia de los rankings va a ser pequeña, lo cual nos lleva a pensar que la consistencia de los modelos en estos casos no es muy elevada, es decir, que los modelos no se ordenan, en cuanto al rendimiento estimado, de la misma manera para cada año concreto.

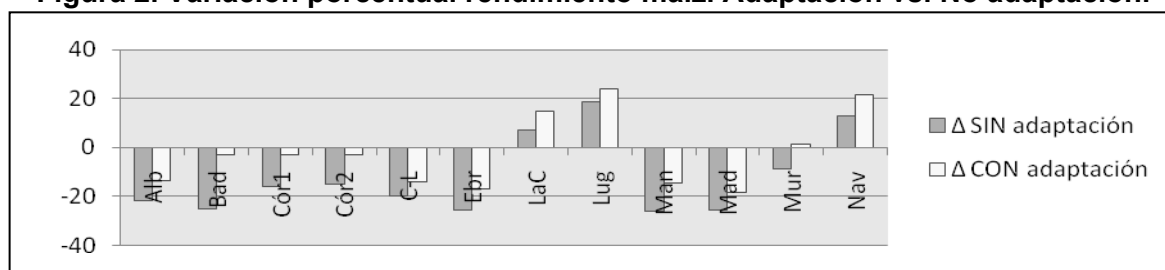
La correspondencia de los rankings anuales para el trigo de primavera y de invierno, ambos en secano, es elevada. Las zonas en las que la consistencia es mayor para estos dos cultivos son Castilla-León, Ebro, Lugo, Madrid y Navarra. Lo mismo para los de regadío.

Si realizamos el mismo análisis comparando rankings de distintas zonas y un mismo cultivo vemos como los RCMs se ordenan de forma similar en dichos rankings cuando comparamos zonas con características climáticas parecidas. La correspondencia es especialmente elevada para el trigo primavera regadío, a diferencia de lo que ocurre con el maíz.



La figura 2 representa los beneficios en términos de rendimiento potencial del maíz cuando se lleva a cabo adaptación. En las zonas en las que en el período 2070-2100 el rendimiento fuese a aumentar como consecuencia del CC sin llevar a cabo adaptación, vemos como ese incremento será aún mayor si se adapta el cultivo a las nuevas condiciones climáticas. En las zonas en las que este cultivo verá reducido su rendimiento, el descenso será menor si se desarrolla una estrategia de adaptación.

**Figura 2. Variación porcentual rendimiento maíz. Adaptación vs. No adaptación.**



### CONCLUSIONES

- El maíz sin adaptación será el cultivo más perjudicado por el CC. El trigo de primavera regadío también sufrirá un descenso del rendimiento en el conjunto de zonas de estudio, pero menor que el maíz. El rendimiento del trigo de invierno en regadío se incrementará en las seis zonas analizadas. Los trigos en secano van a tener un balance final positivo.
- El análisis sobre la variabilidad entre los modelos no deja lugar a dudas: existen claras diferencias en las proyecciones de rendimientos de cultivos obtenidos gracias a los modelos regionales de clima (RCMs) en la Península Ibérica. En general, la variabilidad entre RCMs es menor en el caso del maíz que en el del trigo, especialmente en regadío.
- En cuanto a la evaluación de la consistencia del conjunto de RCMs (Tau de Kendall) se puede afirmar que es elevada para el trigo de primavera y de invierno tanto en secano como en regadío. Las zonas en las que la consistencia de los modelos es más elevada son: Castilla-León, Ebro, Lugo, Madrid y Navarra. Los modelos son algo más consistentes entre sí en el período de control que en 2070-2100. En cuanto a la comparación por zonas, la consistencia es mayor entre aquellas que tienen unas características climáticas similares.
- Mediante el análisis de los datos referentes a la adaptación del maíz se hace evidente la importancia de desarrollar estrategias de adaptación de los cultivos para reducir los efectos negativos del CC y beneficiarse al máximo de los positivos.
- Limitaciones: Los datos corresponden a rendimientos potenciales (si todas las condiciones fuesen las óptimas para el desarrollo de los cultivos) y no reales. Elevada incertidumbre en las predicciones sobre los impactos del CC.

### BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Europea (2008). Climate Change: The challenges for agriculture.
- Christensen, J.H. y Christensen, O.B. (2007). Climatic Change. 81:7-30.
- Durán, J.M. y Salamanca, S. (2008). ENESA. Madrid, septiembre 2008.
- Easterling, W.E., Aggarwal, P.K., Batima, P., Brander, K.M., Erda, L., Howden, S.M., Kirilenho, A., Morton, J., Soussana, J.-F., Schmidhuber, J. y Tubiello, F. (2007). Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge. University Press. Cambridge, Reino Unido. Pp 273-313.
- Guereña, A., Ruiz-Ramos, M., Díaz-Ambrona, C.H., Conde, J.R. y Mínguez, M.I. (2001). Agronomic Journal. 93:237-249.
- Iglesias, A. y Quiroga, S. (2007). Climate Research. 34: 47-57.
- IPCC (2000). Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.
- Mínguez, M.I., Ruiz-Ramos, M., Díaz-Ambrona, C.H., Quemada, M. y Sau, F. (2007). Climatic Change. 81:0343355.
- Moreno, J.M. (2005). Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 822 p. ISBN: 84-83203030.1.
- OECC (Oficina Española de Cambio Climático) (2006). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- PRUDENCE (2005). PRUDENCE final report.
- Tubiello, F.N. y Fischer, G., (2006). Technological Forecasting & Social Change. 74:1030-1056.



## ¡APRENDE FÍSICA CON SIMULACIONES! Y OTRAS RAMAS DE LA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Romero, Carlos<sup>1</sup>

Tutora: Martínez, Elvira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>2</sup>Departamento de Física y Mecánica. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: carlosromero@alumnos.upm.es

### RESUMEN

Este trabajo presenta un conjunto de simulaciones interactivas realizadas con el *software* libre Modellus 2.5, que abarca el temario de Física de 1º curso, y otras relacionadas con otras materias de la titulación de Ingeniero Agrónomo. Las simulaciones se han agrupado por temas destacando en cada uno de ellos los conceptos fundamentales. Para cada concepto se adjunta una explicación teórica (guión) cuya lectura y estudio deben ser previos a la ejecución de la correspondiente simulación. En los guiones, además, se explica brevemente el funcionamiento de la simulación. Mediante el uso de estas simulaciones se facilita al alumno la comprensión de numerosos procesos físicos o biológicos ya que es capaz de visualizarlos y manipularlos, y de esta forma comprender cómo la modificación de alguno de los parámetros influye en el fenómeno estudiado.

**Palabras clave:** *Modellus, simulaciones, ingeniería agronómica*

### INTRODUCCIÓN

En el marco de un trabajo anterior (Romero, 2009), se dio a conocer el programa Modellus Versión 2.5 (Duarte, 2002) y se mostró como, a partir de un lenguaje de programación, era posible crear unos modelos cuya representación gráfica se corresponde con simulaciones virtuales de fácil visualización y uso. Las simulaciones creadas con este programa permiten exponer fenómenos físicos o biológicos imposibles de materializar en un aula o incluso en un laboratorio tradicional. No obstante, el verdadero interés de la creación de simulaciones virtuales no es sólo el apoyo a las clases presenciales o a las prácticas de laboratorio sino, sobre todo, la puesta a disposición de los alumnos de un material didáctico enfocado al auto-aprendizaje. Se trata además de simulaciones interactivas que permiten al alumno participar en ellas modificando los valores de las principales variables. Se cumple así con uno de los objetivos fundamentales de la reforma universitaria de los últimos años basado en el desarrollo de la capacidad de reflexión y comprensión del discente (Declaración de Bolonia, 1999; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2003). Por tanto, este trabajo pretende dar a conocer toda una biblioteca de simulaciones originales, creadas con el programa Modellus, que cubren la totalidad del temario de Física de primer curso de los planes de estudios 96 y 06 de la titulación de Ingeniero Agrónomo. Asimismo, se incorporan algunas simulaciones que amplían el uso de este *software* a otras ramas de la Ingeniería Agronómica como la Zootecnia, la Ecología y la Mecánica.

### PRESENTACIÓN DE SIMULACIONES DE LA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Este trabajo se basa en una biblioteca de simulaciones virtuales, todas ellas de creación propia y desarrolladas con el programa Modellus, para su posterior uso en la enseñanza de la Física. En conjunto, se han elaborado más de 140 simulaciones nuevas que se reparten entre los siguientes temas: conceptos matemáticos, cálculo vectorial, cinemática del punto, cinemática del sólido, dinámica del punto, dinámica del sólido, equilibrio, centro de gravedad, momento de inercia, choques, movimiento armónico, fluidos, termodinámica, electrostática y electrocinética. Aparte de las simulaciones creadas específicamente para la asignatura de Física, se ha tratado de ampliar el trabajo con

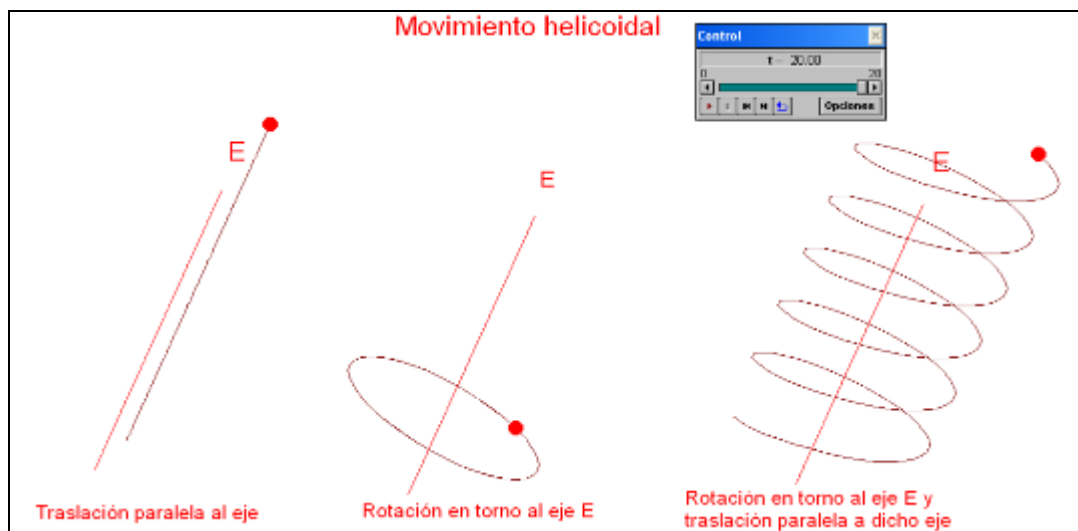


otras simulaciones con posible aplicación en otras materias de la Ingeniería Agronómica: 20 simulaciones de Mecánica (muy útiles en las asignaturas de Física aplicada a la Ingeniería y Mecánica y mecanismos), 6 simulaciones de Zootecnia y 2 simulaciones de Ecología (análogas a las del programa Populus; Alstad, 2007). De esta manera, se quiere hacer ver que el programa utilizado es muy versátil y puede tener aplicaciones prácticas en otras materias que distan mucho de la Física.

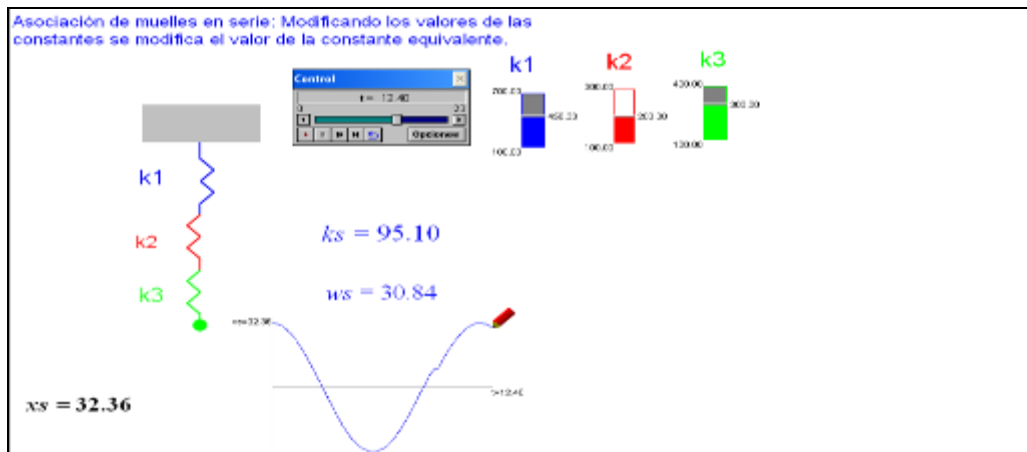
Cada una de las simulaciones se acompaña de un guión explicativo en el que se repasan los conceptos fundamentales cuya comprensión y estudio son previos y necesarios para entender el funcionamiento y los objetivos perseguidos en la simulación. De hecho, el guión concluye siempre con un apartado en el que se describe la simulación y se sugiere el uso que se le puede dar a la misma. Por último, se adjunta un guión que ha sido redactado por los autores en el que se detalla el funcionamiento del programa Modellus y se explica paso a paso cómo se han realizado algunas de las simulaciones del temario. De esta manera, se pretende que el alumno entienda de forma global todos los aspectos de la simulación pero también se le anima a crear sus propios ejemplos.

A continuación, se muestran algunas de las simulaciones que componen la biblioteca. En primer lugar, se presenta una simulación de cinemática (Figura 1). Es una simulación puramente divulgativa en la que se explica de forma visual que un movimiento helicoidal es simplemente la composición entre una traslación y una rotación. Así, un sólido realiza un movimiento helicoidal cuando además de realizar un movimiento de rotación en torno a un eje, se traslada paralelamente a él.

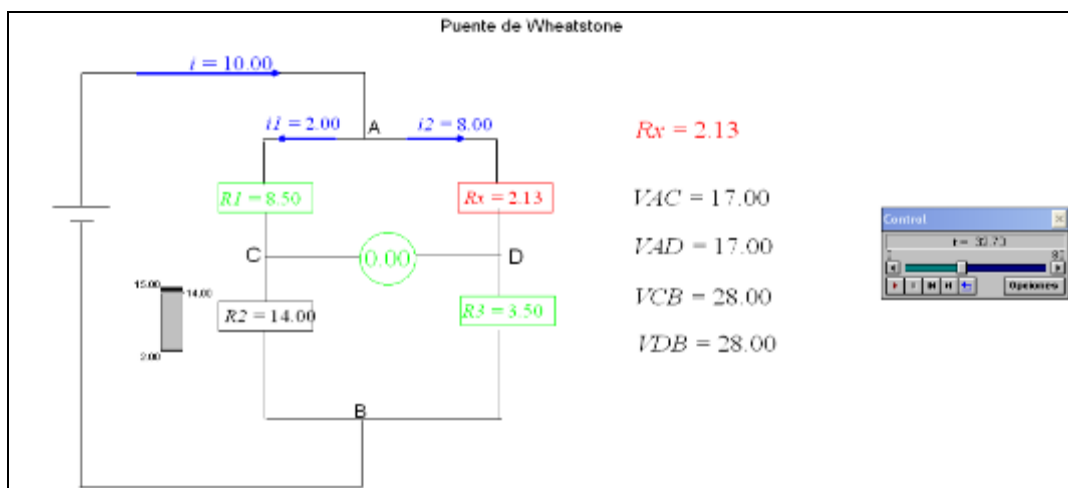
**Figura 1. Movimiento helicoidal**



La siguiente simulación (Figura 2) se incluye en el temario de vibraciones. Esta simulación permite determinar la constante de elongación equivalente a un sistema de tres resortes asociados en serie. Una vez iniciado el contador del tiempo, es posible modificar cuantitativamente la constante de elongación de cada uno de los resortes que componen el sistema. De esta manera, se observa como varía la elongación total del sistema, el valor de la constante equivalente y la frecuencia propia de la oscilación. Manteniendo fijas las constantes de dos resortes, se puede estimar el efecto que tiene sobre el sistema global, el endurecimiento o la relajación del tercer resorte.

**Figura 2. Asociación de resortes en serie**

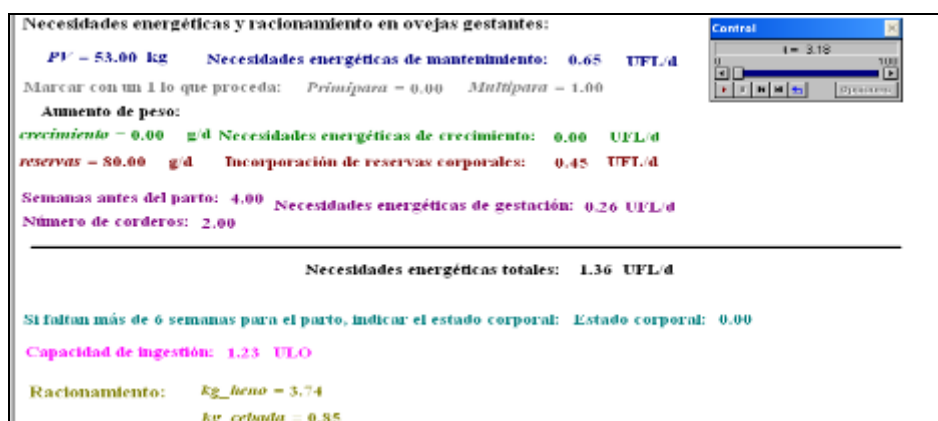
La siguiente figura presenta una simulación de electrocinética (Figura 3). El puente de Wheatstone es un dispositivo eléctrico inventado por Samuel Hunter Christie en 1832 y mejorado por Charles Wheatstone en 1843. Este instrumento permite determinar el valor de una resistencia desconocida insertándola en un circuito cerrado de dos brazos en el que hay dos resistencias de valor fijo conocido y otra resistencia ajustable. En este ejemplo, el alumno puede precisamente cambiar el valor de la resistencia R2, viendo cómo varían a su vez las distintas intensidades y diferencias de potencial del circuito, hasta anular la intensidad que circula entre los puntos C y D. En ese instante, VAC es igual a VAD y VCB es igual a VDB. Por tanto, se calcula Rx como:  $R_x = R_3 \times (R_1/R_2)$ .

**Figura 3. Puente de Wheatstone**

Las dos últimas simulaciones pretenden mostrar que las aplicaciones de Modellus van más allá de la Física. De las seis simulaciones que se han hecho para las asignaturas troncales de Zootecnia, en este trabajo se presenta una (Figura 4) que permite calcular las necesidades energéticas totales (INRA, 2007) de ovejas en gestación pero además, dada la capacidad de ingestión, la simulación da directamente la masa de heno y cebada a distribuir diariamente a cada animal. Con esta simulación, el alumno puede introducir los valores de un rebaño o lote y comprender qué factores tienen mayor influencia en las necesidades y capacidad de ingestión del ganado ovino en gestación, y su repercusión sobre la alimentación real del mismo.

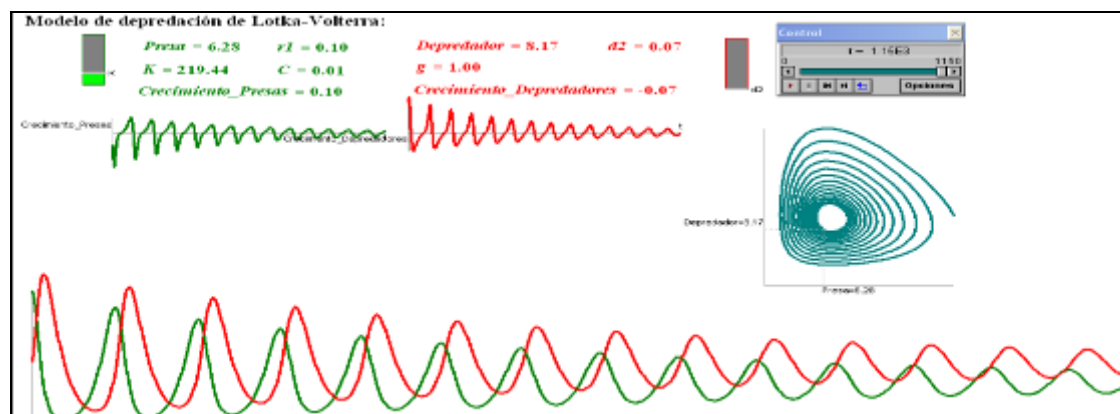


Figura 4. Racionamiento en ganado ovino



La última simulación (Figura 5) presenta el modelo de depredación de Lotka-Volterra. Se trata de un modelo denso-dependiente que permite ver cómo se evolucionan dos poblaciones (presas y depredadores) en función de una serie de parámetros que debe introducir el alumno: tasa intrínseca de crecimiento  $r_1$ , tasa de mortalidad  $d_2$ , capacidad de carga de la población  $K$ , efecto de los depredadores  $C$ , etc...

Figura 5. Modelo de depredación de Lotka-Volterra



## CONCLUSIONES

Este trabajo ha mostrado que es posible adaptar la Física y otras materias de la Ingeniería Agronómica a la enseñanza B-learning mediante el uso de simulaciones creadas con el programa Modellus. Estas simulaciones se acompañan de un guión explicativo y son una herramienta didáctica atractiva que permite al alumno interactuar y visualizar rápidamente unos casos prácticos cuya exposición en condiciones tradicionales de docencia resultaría imposible ya sea por cuestiones materiales, biológicas, éticas, pecuniarias o de tiempo.

## AGRADECIMIENTOS

A Elvira por ser ella la verdadera autora de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alstad D.N. 2007. Populus. Universidad de Minnesota. <http://www.cbs.umn.edu/populus/>
- Declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación. Bolonia, 19 de Junio de 1999.
- Duarte V.T. 2002. Modellus. Universidad de Lisboa. <http://modellus.fct.unl.pt/>
- INRA. 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Tables INRA 2007. Éditions Quae, Versailles, Francia.
- Ministerio de Educación. 2003. La Integración del Sistema Universitario Español en el EEES.
- Romero C. 2009. Del laboratorio tradicional de Física al laboratorio virtual. II Congreso Estudiantes: 139-142.





## PROPUESTA DE MEJORA PAISAJÍSTICA PARA UN SECTOR DEL PARQUE “ENRIQUE TIERNO GALVÁN” EN MADRID

Araque, Vanessa; Grafulla, Carmen

Tutores: Gómez-Elvira, Miguel Ángel <sup>1</sup>; Casas, Raquel <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría - Expresión gráfica

<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia

E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correos electrónicos: [vanessaaraque@alumnos.upm.es](mailto:vanessaaraque@alumnos.upm.es); [c.grafulla@alumnos.upm.es](mailto:c.grafulla@alumnos.upm.es)

### RESUMEN

El objeto de esta comunicación es elaborar una propuesta de mejora de un sector del Parque *Enrique Tierno Galván – Plantario*, situado en la ciudad de Madrid. Para ello se realizará un estudio del estado actual de dicho sector, y a partir de sus conclusiones se plantearán mejoras que incluyan: la implantación de nuevas especies vegetales, mejora de estructuras abandonadas y cambios técnicos que adecúen el mantenimiento del Parque a los recursos disponibles en la actualidad, algo más precarios que en años anteriores.

La realización de estas propuestas se apoyará en software de ingeniería gráfica.

**Palabras clave:** *paisaje, proyecto de mejora, diseño asistido por ordenador*

### INTRODUCCIÓN

Dentro del Parque *Enrique Tierno Galván* encontramos un sector susceptible de mejora por los siguientes motivos:

- Problemas de tipo edafológico que producen alteraciones fisiológicas en las especies vegetales, dificultando su desarrollo y supervivencia.
- Estructuras civiles abandonadas.
- Situación de descuido de distinta índole.
- Vandalismo

Se considera necesaria la mejora de este sector debido a que se trata del área más transitada del Parque, por su proximidad al acceso principal y al *Planetario*; y además, por el contraste generado por el buen mantenimiento del resto del Parque.

### NATURALEZA Y PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

#### Planteamiento técnico del proyecto

La naturaleza de este trabajo consiste en la resolución de problemas de ingeniería agronómica y paisajística que se presentan combinados en proyectos de nuestra especialidad.

Concretamente se trata de mejorar un área paisajística conformada en un Parque, poniendo de manifiesto la necesidad de fundir diferentes conocimientos relacionados con la ingeniería rural y la producción vegetal.



A continuación, a través de una vista aérea, se muestran la localización y emplazamiento del Parque, así como el sector objeto de estudio (Fig. 1 y Fig. 2), el cual alcanza una extensión de dos hectáreas aproximadamente.



Fig. 1. Vista aérea del Parque



Fig. 2. Vista aérea del Sector objeto del trabajo

A continuación se exponen los problemas encontrados en el sector del Parque que nos ocupa, y las posibles propuestas de mejora y recomendaciones técnicas para los mismos:

Por una parte se ha detectado en algunos ejemplares vegetales del sector, una falta de vigor y de viveza. Las causas pueden ser diversas, y es por ello que se sugiere realizar un análisis foliar, del suelo y del agua regenerada con que se lleva a cabo el riego en el Parque. Con ello se pretende conocer las causas que producen el efecto nombrado y poder aplicar así las operaciones necesarias para solucionarlo.

Es destacable una acusada presencia de *Cynodon dactylon* (grama) en la mayoría de las áreas cespitosas que nos ocupan. Ésto supone un grave problema, puesto que se trata de una especie espontánea muy invasiva, y una vez instaurada en el césped es costoso eliminarla, pues o se quita la raíz o vuelve a crecer de nuevo. Se recomienda para erradicar este problema, que entre las operaciones técnicas que se consideren, en el área afectada de mala hierba se realice una operación de escardado con el fin de eliminar los rizomas. Posteriormente, debe sembrarse un nuevo césped. A continuación, se procederá a realizar el programa de mantenimiento correspondiente de cubiertas cespitosas que incluya encarecidamente la prevención de grama, pues la operación comentada anteriormente es económicamente muy costosa.

También se observa en uno de los jardines dedicado a especies aromáticas arbustivas, principalmente a *Rosmarinus officinalis*, la presencia de marras (54 unidades, de las cuales 21 son marras). Se propone la reposición de las mismas por motivos estéticos, pues dicho jardín forma parte del acceso al Parque.

Además, se aprecia la presencia de árboles jóvenes torcidos, ya sea bien por un mal anclaje, por posibles rachas de viento o por la nieve soportada durante el invierno. Estos problemas podrían haberse evitado con la colocación de tutores tras la plantación de



dichos árboles. Una vez torcidos, es difícil subsanar este problema; sin embargo, los menos afectados por este problema se pueden intentar enderezar mediante la colocación de tutores. No obstante, si esto no fuera posible se recomienda eliminar estos árboles, colocando en su lugar las mismas especies de arbolado.

Algunas zonas de nuestro sector se encuentran en leve pendiente, de modo que se propone colocar formaciones naturales construidas con tierra de la propia pendiente para evitar la escorrentía y la erosión del suelo, y facilitar la formación de un sistema radicular profundo.

En cuanto a las especies vegetales que presentan alcorques, se sugiere realizar acolchados orgánicos; con ello se pretende ahogar el desarrollo de la vegetación espontánea evitando su competencia y el mal efecto visual, así como mejorar y potenciar el aspecto estético, decorativo y el valor ornamental de la zona.

Se encuentran también encharcamientos en algunos caminos de tierra del Parque por compactación del suelo, formación de costras... Según esto, se recomienda el acondicionamiento de los mismos aplicando tierra de consistencia más arenosa que aporte buenas características de drenaje, y formando una leve pendiente en el camino con el fin desalojar el agua del mismo.

Por otro lado cabe nombrar las podas inadecuadas en un macizo de *Thuya sp* (tuya), que han dado lugar a un mal desarrollo de las mismas y como consecuencia de ello, a una pérdida de su valor ornamental. Según esto, se recomienda reorganizar la masa de tuyas y tener especial cuidado en las podas que se vayan a realizar posteriormente.

Existencia de colillas, plásticos y hojas secas en las áreas ajardinadas del Parque. Por ello, se recomienda la limpieza de todo tipo de restos y residuos en las áreas verdes, puesto que es imprescindible y fundamental desde el punto de vista estético y ornamental.

Presencia, por posible vandalismo, de pintadas indeseadas en los carteles informativos del Parque, así como en la plazoleta que existe en el sector que nos ocupa. Ante este problema, se sugiere la limpieza de esas pintadas, así como la revisión periódica de toda la cartelería y el mobiliario urbano de la zona.

### Planteamiento gráfico del proyecto

La propuesta de ingeniería gráfica de este trabajo consiste en el rediseño de un área actualmente ocupada por una estructura civil que a su vez conforma una plaza. Como consecuencia del vandalismo y del descuido en su limpieza y mantenimiento, se encuentra en estado de desuso (Fig. 3).



Fig. 3. Plaza a rediseñar.



Es por ello que la actuación que planteamos en dicha plaza consiste en la implantación de un área ajardinada acompañada de estructuras y mobiliario urbano: una fuente, tres bancos y cuatro farolas. La base edáfica de la plaza consistirá en un suelo franco-arenoso con una granulometría enfocada principalmente al drenaje en las épocas más lluviosas del año. Se considera que con esta reforma esta área del sector resultará más atractiva a los usuarios del parque.

Basándonos en software de ingeniería gráfica, se ha querido detallar el estado actual del sector objeto de trabajo (Fig.4) y la situación una vez aplicada la propuesta de mejora de la plaza (Fig. 5).

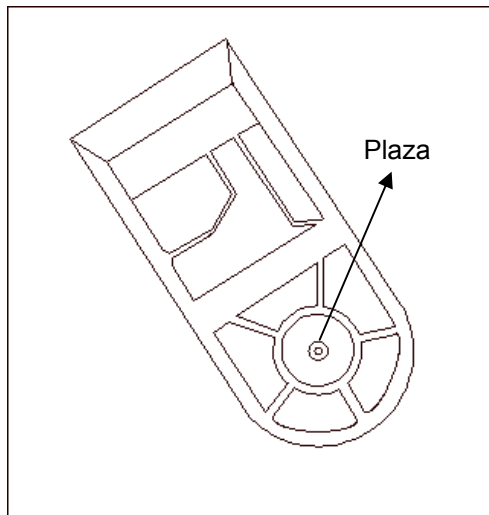


Fig.4.Planta en formato vectorial del sector objeto de trabajo.

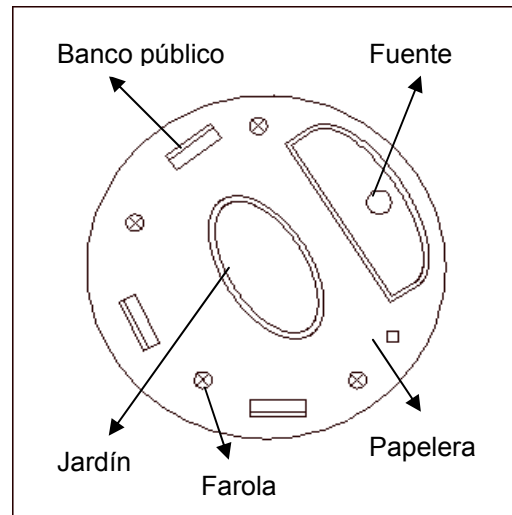


Fig.5. Planta en formato vectorial del nuevo diseño de la plaza

## CONCLUSIONES

- Es necesario en proyectos de ingeniería agronómica establecer conexiones y relacionar conocimientos de distinta índole: fitotécnicos, de ingeniería rural, de tipo económico...
- Las técnicas óptimas de mantenimiento de jardines conllevan la consideración de numerosos factores: climáticos, edafológicos, hídricos, topográficos, accidentales, de mantenimiento...; algunos de los cuales a menudo pasan desapercibidos, pero que sin embargo son imprescindibles para el aprovechamiento de todo el potencial fisiológico y estético ofrecido por las especies.
- Resulta así mismo de gran utilidad el manejo de herramientas de Dibujo Asistido por Ordenador (DAO), para dar a conocer gráficamente las propuestas de los proyectos de ingeniería.

## BIBLIOGRAFÍA

Gil Albert, F. 2006. "Manual técnico de jardinería". Mundi-prensa libros S.A.  
Tajadura, J.A.; López, J. 2008. "AutoCAD 2008 Avanzado". Mc Graw Hill.

## **SESIÓN P1**





## CULTIVO DE AZAFRÁN (*Crocus sativus* L.) CON ILUMINACIÓN CONTROLADA, MEDIANTE LEDS, EN SISTEMA HIDROPÓNICO RECIRCULANTE, SIN SUSTRATO

Castro, Marianela

Tutor: Durán, José María

Departamento de Producción Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: marianela.castro.r@gmail.com

### RESUMEN

Cormos de azafrán (*Crocus sativus* L.) procedentes del Instituto Técnico Provincial de Albacete (ITAP), se analizaron morfológicamente (calibre y peso) y se cultivaron de forma hidropónica con el Sistema *New Growing System* (NGS®) a 16 - 21 °C, con una disolución nutritiva recirculante (N, 10 meq·L<sup>-1</sup>; P, 2 meq·L<sup>-1</sup>; K, 5 meq·L<sup>-1</sup>; pH, 6.5 y CE<sub>25</sub>, 1.5 mS·cm<sup>-1</sup>) renovada cada 15 días. Con el fin de estudiar el efecto de la radiación electromagnética de color azul (435 nm), roja (660 nm) y del rojo lejano (730 nm) sobre la fotosíntesis y la morfogénesis del azafrán, se utilizaron *Lighting Emitting Diode* (LED) fabricados por PHILIPS (mod. *GreenPower LED High Flux*). En el momento de la plantación, los cormos de azafrán quedaron dispuestos en cinco líneas de cultivo, separadas de la plataforma de iluminación entre 120 y 150 mm, debido a la pendiente de la mesa. La intensidad luminosa que recibe el cultivo se ha ajustado a la que recibiría en condiciones naturales, mediante una aplicación de Supervisor Control and Data Acquisition (SCADA), en la que se utilizan *Dimmers* (1-10 V) para el control del flujo luminoso. Los resultados obtenidos hasta este momento (60 días de la plantación) permiten señalar que, tanto la iluminación con luz azul (435 nm) o roja (660 nm) estimulan de forma significativa ( $p \leq 0.05$ ) el crecimiento de los vástagos (parte aérea) frente a los cormos testigo (iluminación natural). En ninguno de los tratamientos se ha producido la inducción floral que cabe esperar, lo que indica que nuevos experimentos deben ser realizados. El experimento que estamos llevando a cabo creemos que es el primer experimento de esta naturaleza que se realiza en España; si bien se trata de ensayos preliminares, los resultados obtenidos permiten señalar que los LED pueden jugar un papel muy importante en la moderna tecnología de los cultivos bajo invernadero. El ensayo demostró que los cormos iluminados con luz artificial LEDs tienden a crecer más rápido y a acumular más sustancias de reserva que los cormos iluminados naturalmente. Los cormos a los que se les ha aplicado más luz roja son los que presentan mayor acumulación de nutrientes.

**Palabras clave:** azafrán, hidroponía, LED

### INTRODUCCIÓN

En España el cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.) es tradicional y familiar. Su cultivo se lleva a cabo en provincias tales como Albacete, Ciudad Real, Murcia, Teruel y Toledo. Se trata de un cultivo marginal con un futuro incierto (INTERREG III, 2006; PÉREZ-BUENO, 1995), en el que la aplicación de nuevas tecnologías puede hacer posible la introducción de este cultivo en invernadero e incluso puede facilitar la introducción del cultivo en el propio domicilio familiar del consumidor.

El trabajo analiza el comportamiento del azafrán cultivado en un medio hidropónico, utilizando la luz artificial como fuente de energía, con el empleo de estas nuevas tecnologías cabe la posibilidad de incrementar el rendimiento del cultivo del azafrán con el fin de conseguir varias cosechas al año.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en una sala climatizada habilitada en el Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).





Los cormos utilizados para el ensayo fueron facilitados por el Instituto Técnico de Albacete (ITAP), a mediados de Junio del 2009. Los cormos se separaron en tres clases según su peso y tamaño. Los cormos se plantaron recién germinados en noviembre, seleccionando aquellos en los que la germinación era menos pronunciada.

El ensayo se llevó a cabo en un cultivo hidropónico, mediante una hidroponía pura con el sistema NGS® bajo la modalidad MINICAMP®, para evitar problemas que pudieran aparecer en el suelo. Además, para realizar el ensayo se utilizaron veinticuatro módulos de lámparas *GreenPower* LEDs de PHILIPS del modelo *High-Flux*® separadas en dos grupos para generar dos ensayos diferentes, el ensayo 1 imitando la luz solar y el ensayo 2 con mayor proporción de luz azul. En total se utilizaron dos LEDs azules, dos LEDs de rojo lejano y ocho LEDs de rojo cercano por sección, para facilitar la proporción de 80-90 % luz roja y 10-20 % luz azul, necesaria para el buen desarrollo vegetal (LICA, 2007).

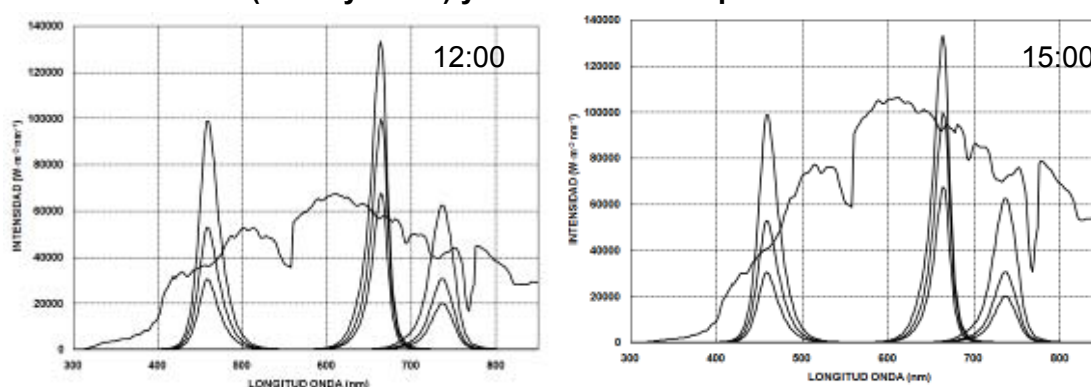
Cada módulo LED necesita una corriente continua (cc) de 24 V, por lo que para el ensayo en azafrán se utilizaron tres reactancias de 100 W y ocho *dimmers* para poder controlar la intensidad. El control del circuito se lleva a cabo mediante un autómata con un programa de control diseñado para el controlador lógico programable LOGO, de SIEMENS.

Al cultivo se le aplicó una disolución nutritiva basada en la mezcla de dos concentrados. Ambos concentrados se aplicaron con una relación de  $2,5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  de disolución. Tanto en los dos ensayos como en la mesa control se aplicaron un intervalo de riegos de quince minutos cada setenta y cinco minutos. Como control preventivo antes de la plantación los bulbos fueron sumergidos en Captan con una proporción de  $3 \text{ g L}^{-1}$ . Posteriormente fueron tratados con Previcur®, añadiendo 0,2 mL en los depósitos de las dos mesas MINICAMP®.

Para realizar el ensayo se midió la distribución espectral solar y la distribución espectral de los LEDs, por medio de un espectrorradiómetro modelo LI-COR 1800, dentro de un rango de 300 a 1100 nm. Obtenidos los datos espectrales, se determinaron los ensayos que tendrían lugar con el cultivo.

La distribución espectral solar se tomó a cuatro horas distintas a principios de noviembre; a las nueve de la mañana, a las doce del mediodía, a las tres de la tarde y a las cinco y media de la tarde, puesto que a las seis ya anochecía. En cuanto a la distribución espectral de los LEDs, se midió a tres alturas diferentes; 10 cm, 20 cm y 30 cm (Fig 1.).

**Fig 1. Superposición de datos espectrales de la luz solar para diferentes horas (12:00 y 15:00) y de luz de las lámparas LEDs**



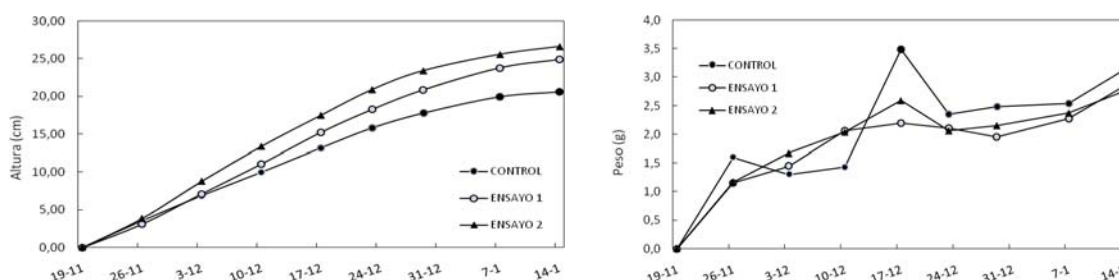
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el transcurso del ensayo se recogieron datos semanales del crecimiento tanto de la longitud como de la masa de los cormos de azafrán. La Fig 2 muestra la evolución del azafrán durante este periodo.





**Figura 2. Crecimiento semanal en altura y peso de los cormos de azafrán (*Crocus sativus* L.), cultivados en hidroponía, con LEDs y luz natural: dd-mm, día y mes**



En cuanto al crecimiento en altura los cormos del ensayo 2 presentaron mayor crecimiento, seguidos por los cormos del ensayo 1 y por último los cormos del ensayo control. En cambio, cuando comparamos la cantidad de masa acumulada en el período en que transcurrió el ensayo, observamos que los ensayos 1 y 2 mantuvieron un crecimiento bastante estable, mientras que el ensayo control presentó variaciones durante todo el periodo.

Para analizar más los resultados obtenidos se realizó un análisis (ANDEVA), para evaluar semanalmente la relación que hay entre la luz y la línea de cultivo con respecto al crecimiento de los cormos. Los datos estadísticos se realizaron mediante SYSTAT 10 (SPSS, 2000).

Al realizar un análisis factorial semanal se puede observar como no hay significación alguna entre la luz, la línea de cultivo y entre la interacción línea de cultivo x luz para el peso obtenido semanalmente por el azafrán. En cambio, estos factores si que afectan notablemente al crecimiento en altura de los cormos.

Tras obtener los datos de significación por medio del análisis factorial se procedió a realizar un análisis de comparación de medias de cada semana. En el que se puede observar como luz influye sobre la altura durante el ensayo completo y sobre el peso en la segunda y tercera semana de ensayo. Además se puede observar que los cormos iluminados con luz artificial tienen una diferencia significativa con los cormos bajo luz natural, y entre ellos son los cormos bajo luz azul los que mayor crecimiento longitudinal tienen. En la Tabla 1, se puede ver cómo afecta la luz y la línea de cultivo a la altura y peso de los cormos de azafrán. La luz influye en la altura de cultivo durante la duración del estudio y en el peso, en la segunda y tercera semana.

**Tabla 1. ANDEVA de las variables dependientes (altura y peso) en función de las independientes (luz y línea de cultivo) en los cormos de azafrán (*Crocus sativus* L.) a partir de los datos obtenidos a los cuarenta y nueve días de cultivo hidropónico: F, prueba de F de Fisher.**

VARIABLE		SEMANA							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		F	F	F	F	F	F	F	F
ALTURA	LUZ	4,84*	7,96***	13,82***	13,41***	12,45***	10,91***	8,05***	8,01***
	LÍNEA	1,45 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>
PESO	LUZ	0,43 <sup>ns</sup>	4,08*	3,18*	2,32 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
	LÍNEA	1,31 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>

\*\*\*,  $p \leq 0.001$ ; \*\*,  $p \leq 0.01$ ; \*,  $p \leq 0.05$  y ns, no significativo ( $p > 0,05$ )

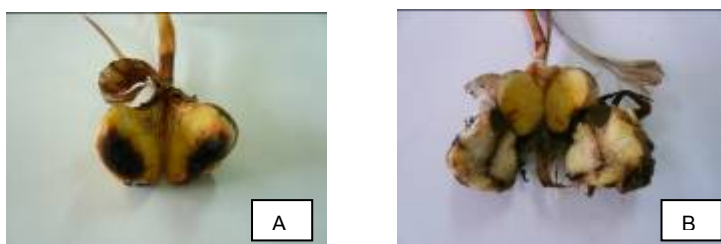


Pese a que el ensayo comenzó con ciento ocho cormos, la población se vio disminuida hasta 87 cormos. La causa de este descenso, fue debida al necrosamiento radicular, por dos factores:

- La temperatura del agua. Gracias a los datos obtenidos por el registrador de temperatura HOBO, podemos observar como la temperatura del agua varió entre 14 y 17 °C. Puede que esta temperatura sea demasiado baja para los cormos.
- El ataque de hongos que se desarrollaron pese a que hubo tratamientos preventivos. Entre los hongos, es bastante probable que los bulbos estuvieran atacados por la *Phoma crocophyla*, ya que muchos bulbos presentan en la zona basal necrosamientos (Fig 3).

El crecimiento de los hongos fue mucho más pronunciado en las mesas iluminadas con LEDs. Entre ambos ensayos fue el ensayo 1 el que presentó más pérdida de población y mayor crecimiento fúngico.

**Fig 3. Cormos de azafrán (*Crocus sativus* L.) infectados durante el ensayo; A, procede del ensayo control y B, del ensayo 1.**



### CONCLUSIONES

Como consecuencia a los resultados obtenidos y analizados anteriormente hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- La utilización de LEDs para el cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.) en hidroponía es un ensayo totalmente innovador que no se ha realizado nunca en España y muy probablemente tampoco en el extranjero.
- Los cormos iluminados con luz artificial LEDs, tienden a crecer más rápido y a acumular más sustancias de reserva que los cormos iluminados naturalmente.
- Entre los ensayos iluminados con LEDs, los cormos iluminados con mayor luz azul muestran un mayor crecimiento que los cormos iluminados con mayor luz roja. Aunque no hay diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) ni en peso ni en longitud, son los cormos bajo luz roja los que acumulan más sustancias de reserva puesto que su longitud es inferior a los cormos bajo luz azul y el peso de ambos es similar.
- El cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.) en hidroponía es completamente viable, pero a la hora de colocar los cormos en la mesa de cultivo no solo son necesarias labores preventivas, sino que es importante analizar cada bulbo minuciosamente. Ya que seguramente los bulbos procedan de cultivo en suelo y pueden estar atacados por *Rhizoctonia violacea* o *Phoma crocophyla*, hongos de muy difícil eliminación, especialmente en cultivo hidropónico.
- Pese a que los resultados del ensayo no han llegado a término en el momento de presentar el TFC, cabe destacar la importancia que los LEDs están tomando en horticultura. Cada vez son más los estudios que relacionan los LEDs con la producción vegetal, siendo un claro futuro para la producción hortícola.

### BIBLIOGRAFÍA

- INTERREG III (2006). El Libro Blanco del Sector Europeo del Azafrán. <http://www.europeansaffron.eu>.
- Lica M. (2005). Growing Plants with LED's. <http://www.goarticles.com/cgi-bin/showa.cgi?C=40280>.
- Pérez-Bueno M. (1995). Azafrán. Cultivo enfermedades rendimientos industrialización. Mundi-Prensa, Madrid. 167 p.
- SPSS (2000). SYSTAT® 10, Statistics I. SPSS Inc., United States of America, ISBN: 1-13-040428-4



## VIABILIDAD DURANTE EL ALMACENADO DE SEMILLAS DE ESPECIES SILVESTRES ESPAÑOLAS

Mira, Sara<sup>1</sup>; Prieto-Mossi, Josefa<sup>2</sup>

Tutores: Estrelles, Elena<sup>2</sup>; González-Benito, María Elena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal. E.U.I.T. Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid. c/ Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid, España.

<sup>2</sup> Banc de Germoplasma. Jardí Botànic-ICBIBE, Universitat de València. c/ Quart 80, 46008 València, España.

Correo electrónico: sara.mira@upm.es

### RESUMEN

El deterioro de las semillas durante el almacenamiento tiene un efecto profundo en la conservación *ex situ* de la flora española en los Bancos de Semillas. Determinar el efecto de la humedad relativa de almacenaje en las semillas nos permitirá establecer las condiciones óptimas de conservación. En este trabajo se utilizaron semillas de especies de distintas familias silvestres que fueron recolectadas de poblaciones naturales. Las especies estudiadas fueron: *Brassica repanda* subs. *blancoana* (Brassicaceae), *Malcolmia littorea* (Brassicaceae), *Thapsia villosa* (Apiaceae), *Pancreatium maritimum* (Amaryllidaceae) y *Hyssopus officinalis* (Lamiaceae). Las semillas se almacenaron en distintas condiciones de humedad a 45°C para su conservación a medio plazo. La germinación y la longitud de radícula fueron monitorizadas a lo largo del tiempo durante dos años. Se observaron diferencias en longevidad entre las especies, presentado *T. villosa* (Apiaceae) una menor longevidad en concordancia con trabajos previos.

**Palabras clave:** longevidad semillas, conservación, especies silvestres

### INTRODUCCIÓN

Los Bancos de Semillas son un componente importante de las estrategias de conservación *ex situ* de especies silvestres (Schoen *et al.* 2001), y de cara a desarrollar un programa óptimo de conservación, es importante determinar el comportamiento en almacenamiento de las semillas en distintas condiciones (Tang *et al.* 2007). Muchos de estos estudios se han llevado a cabo en especies cultivadas, y conocemos muy poco del comportamiento de las semillas silvestres.

La longevidad es altamente dependiente del contenido de agua y la temperatura de almacenamiento (Ellis y Roberts 1980; McDonald 1999; Walters 1998). Debido a que se necesita mucho tiempo para detectar envejecimiento en semillas almacenadas en condiciones de laboratorio, los estudios de longevidad suelen realizarse mediante “envejecimiento acelerado”, almacenando las semillas en condiciones de alta humedad (80-100%HR) y temperatura (45-60°C) (McDonald 1999; Tesnier *et al.* 2002), y se extrapolan los resultados. Esta extrapolación ha sido puesta en cuestión recientemente (Niedzielski *et al.* 2009).

Así pues, existen muy pocos datos de estudios de longevidad de especies españolas en condiciones de conservación en laboratorios y viveros. Aquí se muestran los primeros resultados obtenidos en ensayos de envejecimiento llevados a cabo con varias especies silvestres de cuatro familias, *Brassicaceae*, *Apiaceae*, *Amaryllidaceae* y *Lamiaceae*, con los que se pretende estudiar su comportamiento en almacenamiento a contenidos de humedad semejantes a los que pudieran tener semillas conservadas en condiciones ambientales.



## MATERIAL Y MÉTODOS

Semillas de cinco especies silvestres nativas de la Península Ibérica fueron recolectadas de poblaciones naturales, según se muestra en la tabla 1:

**Tabla 1. Especies y datos de recolección**

Familia	Género y especie	Población	Recha recolecta
Brassicaceae	<i>Brassica repanda</i> subsp. <i>blancoana</i>	La Muela de Ares, Castellón. (1300m)	26/07/2007
Brassicaceae	<i>Malcolmia littorea</i>	Paseo de las Golas, Valencia (0 m)	18/12/2006
Lamiaceae	<i>Hyssopus officinalis</i>	Rincón de Ademuz, Valencia (1000m)	18/12/2006
Amarillydaceae	<i>Pancratium maritimum</i>	Cap Blanc, Cullera, Valencia (0m)	12/11/2007
Apiaceae	<i>Thapsia villosa</i>	Rubielos de Mora, Teruel (1000m)	16/07/2006

Muestras de las semillas fueron equilibradas sobre diferentes soluciones de sales saturadas a un rango de humedades relativas de entre 32.5% y 15%, y luego almacenadas en sobres herméticos de aluminio a 45°C, durante 2 años. Periódicamente, se realizaron germinaciones de las semillas, en 2 réplicas de 25 semillas en placas de agar al 1%. Se estudiaron dos medidas de la viabilidad de las semillas: la germinación y el crecimiento de la radícula, que se monitorizaron a lo largo del tiempo realizando fotografías que luego fueron analizadas mediante análisis de imagen (Rasband 1997-2008).

Para cada especie, los datos de germinación y de longitud de radícula en las diferentes condiciones de almacenamiento se ajustaron a la forma Johnson-Mehl-Avrami de la ecuación de Avrami:  $\ln(N_0/N) = (t/\tau)\phi$  (Walters *et al* 2005). Los parámetros de longevidad fueron calculados para cada especie, condición de almacenamiento y método de medida de viabilidad, resolviendo los coeficientes de la ecuación usando un ajuste lineal de mínimos cuadrados de la doble expresión logarítmica:  $\ln[\ln(N_0/N)] = n[\ln(t)] + y_0$ , donde  $n$  es la pendiente y  $y_0$  el intercepto.  $N$  es el porcentaje de germinación para tiempo  $t$  en meses.  $N_0$  fue asignado como 0.5 + el máximo porcentaje de germinación medio inicial, de manera que  $\ln[\ln(N_0/N)]$  pudiera ser calculado.

Como parámetro de longevidad se consideró el tiempo necesario para que la viabilidad decrezca hasta el 50% (P50), teniendo en cuenta la germinación inicial o la longitud radicular. El P50 se determinó por extrapolación o interpolación de la ecuación de Avrami, usando los coeficientes calculados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 podemos observar los valores de longevidad (P50, días) para las especies estudiadas en tres condiciones de humedad relativa (32.5%, 25%, y 13%) a 45°C. Estos valores se han determinado teniendo en cuenta el porcentaje de germinación (Fig 1, A-C), y teniendo en cuenta la longitud de radícula (Fig. 1 D-F).

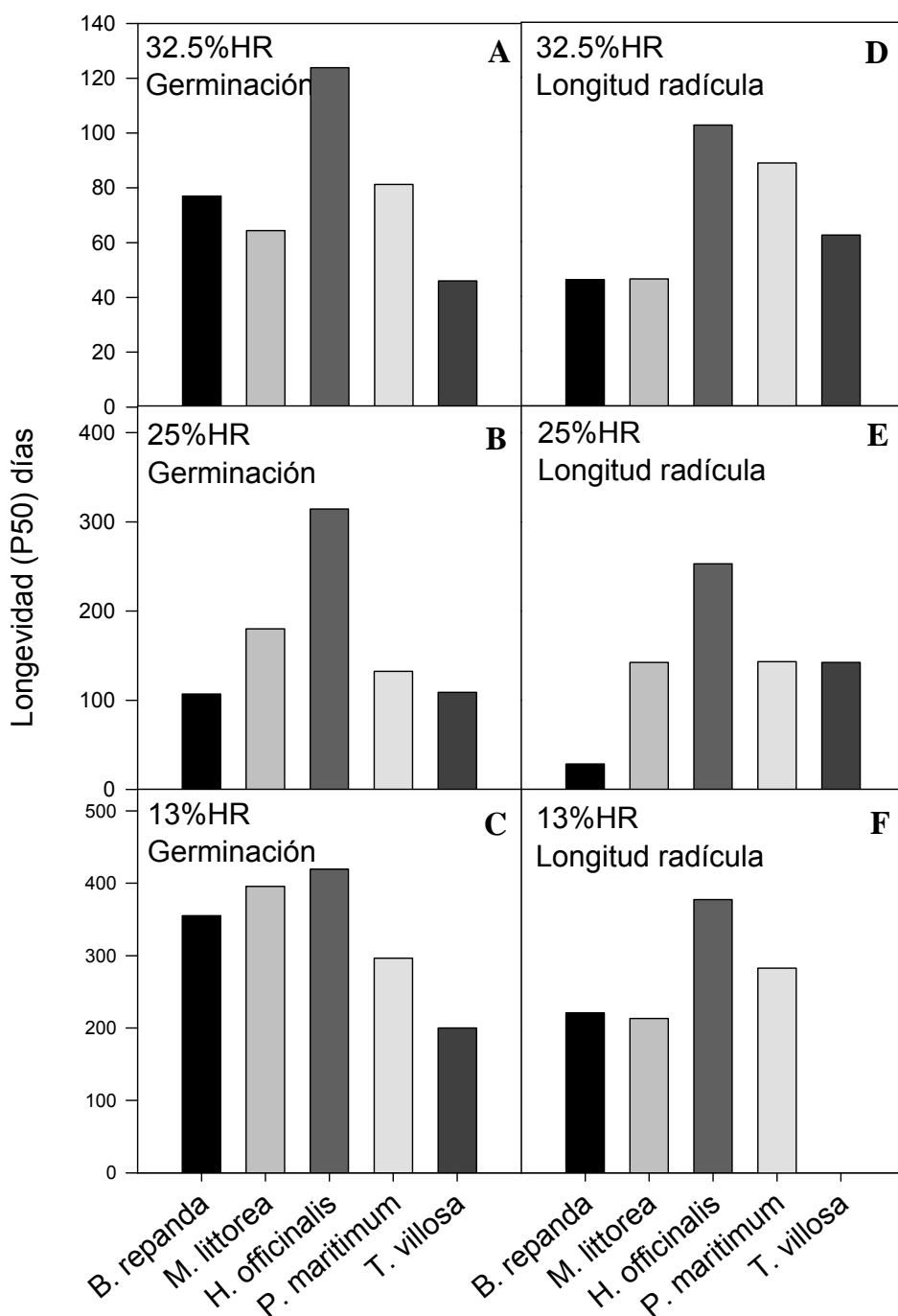
A mayor humedad relativa, menor longevidad para todas las especies. La longevidad de las semillas se triplica al reducirse la humedad relativa de 32.5% a 25%, y lleva a ser seis veces mayor si la humedad se reduce a 13%.

Además, encontramos diferencias significativas entre los P50 de las diferentes especies en todas las condiciones. *H. officinalis* es la especie que muestra mayor longevidad en todas las condiciones. Las especies de la familia Brassicaceae, *B. repanda* y *M. littorea*, tienen también una alta longevidad. Por el contrario, *T. villosa* y *P. maritimum* presentan



baja longevidad cuando el porcentaje de germinación es el método de evaluación de pérdida de viabilidad. En cambio, cuando se tiene en cuenta la longitud de la radícula su longevidad parece ser mayor (Fig 1).

**Figura 1. Longevidad (P50) en días de las diferentes especies estudiadas tras almacenaje en distintas condiciones de humedad relativa a 45°C. Los resultados de longevidad se expresan calculados teniendo en cuenta la germinación (A-C) o la longitud de radícula (D-F)**



Al tomar como medida de pérdida de viabilidad la longitud de radícula, en algunas especies permite detectar el envejecimiento tempranamente, como es el caso de las



Brassicaceae, *B. repanda* y *M. littorea*. En cambio en el caso de *H. officinalis* el método de detección de pérdida de viabilidad no parece afectar al resultado. Por el contrario, *T. villosa* y *P. maritimum* presentan baja longevidad, puesto que su porcentaje de germinación decrece en menor tiempo que otras especies (Fig 1 A-C). Sin embargo, su media de crecimiento radicular se mantuvo aproximadamente durante el almacenamiento. Esto impidió, en el caso de *T. villosa*, que se pudiera calcular el P50 a 13%HR (Fig 1 F).

## CONCLUSIONES

La humedad relativa de almacenaje de las semillas es un factor crucial para conservar su viabilidad. A una misma temperatura, la longevidad se ve enormemente aumentada al disminuir la humedad relativa. Esto debería tenerse en cuenta a la hora de almacenar el material en los bancos de germoplasma y laboratorios que trabajen con semillas.

Además, la viabilidad de las semillas en distintas condiciones varía enormemente entre especies, como se ha visto anteriormente (Probert *et al.* 2009; Walters *et al.* 2005). Por ejemplo, *T. villosa*, de la familia *Apiaceae*, tiene una corta longevidad, algo que se corresponde con los resultados obtenidos para otras especies de la misma familia (Probert *et al.* 2009; Walters *et al.* 2005). Sin embargo, nuestros datos indican que las especies de la familia Brassicaceae, *B. repanda* y *M. littorea*, presentan una longevidad alta-media, al contrario de los resultados obtenidos por otros autores (Walters *et al.* 2005). Dichos estudios se han realizado en especies cultivadas, por lo que podría sugerirse que las especies silvestres de dicha familia tienen mayor longevidad.

Estos resultados sugieren que en los procesos llevados a cabo en los bancos de semillas (o en empresas de producción de semillas) se debe poner especial énfasis en que las condiciones de humedad ambiental en las que se encuentran las semillas en todo momento sean las adecuadas para que su longevidad no se vea afectada.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al proyecto CGL2006-10536 (Ministerio de Educación y Ciencia). S.M. está financiada por el programa FPU (Ministerio de Educación y Ciencia)

## BIBLIOGRAFÍA

- Ellis R.H., Roberts E.H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Ann Bot* 45, 13-30.
- McDonald M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Sci Technol* 27: 177-237.
- Niedzielski M., Walters C., Luczak W., Hill L.M., Wheeler L.J., Puchalski J. 2009. Assessment of variation in seed longevity within rye, wheat and the intergeneric hybrid triticale. *Seed Sci Res* 19: 213-224.
- Probert R.J., Daws M.I., Hay F.R. 2009. Ecological correlates of ex situ seed longevity: a comparative study on 195 species. *Ann Bot* 104: 57-69.
- Rasband W.S. 1997-2008. ImageJ, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.
- Tang A.J., Song S.Q., Long C.L. 2007. Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources through Seed-Gene Bank. *Acta Bot Yunn* 29: 43-50.
- Tesnier K., Strookman-Donkers H.M., Van Pijlen J.G., Van der Geest A.H.M., Bino R.J., Groot S.P.C. 2002. A controlled deterioration test for *Arabidopsis thaliana* reveals genetic variation in seed quality. *Seed Sci Technol* 30: 149-165.
- Schoen D.J., Brown A.H.D. 2001 The Conservation of Wild Plant Species in Seed Banks. *BioScience*, Volume 51: 960-966.
- Walters C. 1998. Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. *Seed Sci Res* 8: 223-244.
- Walters C., Wheeler L. M., Grotenhuis J. M. 2005. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Sci Res* 15: 1-20.



## **CAPRINO LECHERO: CONVENCIONAL VS. ECOLÓGICO**

Santos, Manuel; Sella, Luciana; Carnevali, Chiara Francesca

Tutores: Rebollar, Pilar G.

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: mj.santos@alumnos.upm.es; luciana.sella.cravero@alumnos.upm.es*

### **RESUMEN**

En nuestro trabajo tratamos de plasmar las diferencias existentes entre las técnicas de manejo de caprino lechero en convencional y en ecológico, así como distintos puntos legislativos que se deben cumplir en cada caso. Es un trabajo de revisión realizado después de visitar una explotación de ganado caprino ecológico dentro de la asignatura de Introducción Práctica a la Producción Animal.

**Palabras clave:** *caprino, sistemas de producción, ecológico*

### **INTRODUCCIÓN**

La ganadería ecológica, orgánica o biológica, es un sistema de producción con unas bases técnicas y una normativa propia que tiene como principal objetivo obtener alimentos de máxima calidad sin utilizar para ello sustancias químicas de síntesis (plaguicidas, etc).

La normativa que regula este método de producción se encuentra recogida en el Reglamento (CE) 2092/91 sobre la producción agraria ecológica y su indicación de los productos agrarios y alimenticios.

### **LAS CONDICIONES DE LA GANADERÍA ECOLÓGICA FRENTE A LAS DE CONVENCIONAL**

- Alimentación:

En la ganadería ecológica la alimentación debe estar destinada a cubrir las necesidades de los animales, garantizando la calidad de la producción y no a incrementarla hasta el máximo. Se utilizan alimentos ecológicos producidos en la unidad de producción y cuando no son suficientes tienen que proceder de otras unidades de producción ecológica. Si fuera necesario se pueden utilizar alimentos no ecológicos pero la cantidad máxima admitida, calculada para todo un año, es del 5%.

Las crías se alimentan básicamente de leche natural, siempre que sea posible de la madre, y es obligatorio durante un período mínimo de 45 días para el ganado caprino.

Por otro lado, en la ganadería convencional, los ganaderos tienen total libertad en la elección de los alimentos exceptuando las restricciones legislativas vigentes.

- Métodos de producción:

Cuando hablamos de ganado ecológico se tiene en cuenta que el manejo reproductivo de los animales debe ser por métodos naturales, estando autorizada la inseminación artificial.



La diferencia con el ganado convencional estriba en que en éste, se permite además el uso de hormonas sexuales para mejorar las técnicas de manejo, como por ejemplo el uso de esponjas vaginales con progestágenos para sincronizar celos y partos.

- Alojamiento:

Los alojamientos en ecológico, tienen que disponer de una superficie mínima por animal, sin incluir la superficie disponible como pastos, procurando que el animal esté libre el mayor tiempo posible.

En cambio en ganadería convencional, los animales están la mayor parte del tiempo estabulados, para mayor comodidad del ganadero y, en muchos casos, para un mejor control de los animales.

- Cuidados veterinarios:

La producción ecológica se basa en la prevención de enfermedades, para ello se utilizan razas o estirpes de animales adaptadas al medio. Si con estas medidas no es suficiente y los animales enferman la primera medida es atenderlos y, cuando sea necesario, separarlos del resto. Siempre se tiene que seleccionar el tratamiento adecuado bajo supervisión de un veterinario.

Los animales o sus productos no podrán comercializarse como “ecológicos” cuando reciban más de dos tratamientos con medicamentos veterinarios de uso convencional en un año. Estos animales deberán someterse a un “período de conversión”, antes de comercializarse nuevamente como ecológicos, no siendo de aplicación en el caso de las vacunas, los tratamientos antiparasitarios y los programas de erradicación obligatoria impuestos por la administración competente.

Si estudiamos este aspecto en ganadería convencional nos damos cuenta de que se pueden usar vacunas y tratamientos preventivos siempre que se deje de suministrar un tiempo antes del sacrificio o del ordeño, además se ha de cuidar la calidad de la leche haciendo controles periódicos para ver su contenido en residuos de antibióticos y otras sustancias, siendo también importante una elección correcta de los medicamentos para evitar en mayor medida los residuos en la leche.

**Imagen 1. Explotación caprina ecológica “Suerte Ampanera” visitada en septiembre de 2009**







## CONCLUSIONES

Nuestras conclusiones personales son que en el ganado ecológico existe una valoración subjetiva positiva del mismo, ya que su finalidad es la obtención de una calidad certificada de un producto en el que, por ejemplo, no se han usado productos fitosanitarios en los forrajes que han servido de alimento a los animales productores. Además, los tratamientos farmacológicos están muy controlados y restringidos (sólo en casos necesarios nunca como prevención). Sin embargo la duración del producto es muy limitada, tiene un elevado precio y es difícil encontrarlo en grandes supermercados, y, si lo hay, se encuentra una escasa gama. Es un mercado todavía pequeño pero en auge.

En cuanto al ganado convencional, ya sea por mayor rendimiento en la producción (sobre todo en intensivo) o por reducción de costes por el uso de materias primas no ecológicas, se consigue un coste más bajo y por tanto más competitivo que, en la actualidad es lo que más prima. El producto es de total accesibilidad y de alta duración gracias a los tratamientos de conservación que se le pueden aplicar. En su detrimento podemos decir que no tiene un control de calidad tan exquisitamente riguroso como el anterior pudiéndonos encontrar más asiduamente sustancias ajenas (no nocivas) a la materia prima en sí.

Los animales pueden estar estabulados y, en condiciones muy intensivas, hasta se pueden dar situaciones de hacinamiento si no se cumplen las normas y leyes de alojamientos y condiciones ambientales correspondientes. También se pueden dar casos de ganadería extensiva que cumplan los preceptos en este aspecto de la ganadería ecológica pero sin obtener un certificado oficial por vulnerar otras reglas.

En estos casos, la ganadería extensiva parece que cederá poco espacio al ganado ecológico, aunque medidas legislativas en cuanto a bienestar animal o uso de productos fitosanitarios acercan un poco más estas dos formas de entender la ganadería.

## BIBLIOGRAFÍA

Guía sobre la ganadería ecológica de El Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Asturias (COPAE)  
Datos obtenidos en la explotación visitada "Suerte Ampanera" (Colmenar Viejo)





## ESTUDIO DE DIVERSIDAD ORNITOLOGICA DE LA LAGUNA DE “EL CAMPILLO”

Mora, Verónica; Pérez, Aniela

Tutores: Soldevilla, Carlos

*Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. E.U.I.T Forestal*

*Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: verons\_1@hotmail.com / aniela\_88@hotmail.com*

### RESUMEN

Estudio de la diversidad ornitológica en la Laguna de “El Campillo” situada en el Km. 19 de la A-III, Rivas-Vaciamadrid (Madrid), que pertenece al Parque Regional del Sureste y da refugio a numerosas aves durante el año, tanto residentes como migratorias. El objetivo de este trabajo ha sido observar la confluencia de aves para proceder a su inventariación y definir el efecto que en ella provoca la proximidad a un núcleo urbano. Realizamos 7 visitas durante los fines de semana, en las primeras horas de la mañana siguiendo siempre un mismo itinerario, provistas de prismáticos, cámara digital, cuaderno y guías de campo. El número de especies observadas asciende a 26, entre las que predominan en invierno: gaviota reidora, ánade real; y en primavera: golondrina común y urraca. Al ser una laguna artificial es preocupante el hecho de su posible contaminación y su deterioro por el abandono al que puede verse sometida.

**Palabras clave:** *ornitología, inventario, laguna artificial*

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas del siglo XX ha surgido un fenómeno involuntario de creación de lagunas artificiales debido a la extracción de áridos, cuya demanda ha aumentado por su uso en el sector de la construcción. Estas lagunas son hábitats dotados de fuerte personalidad, con masas de agua profundas, lentamente renovadas, y de nivel prácticamente estable a causa de su relación con el acuífero fluvial. En su seno tienen lugar procesos físico-químicos de periodicidad anual que determinan el carácter de su biología. Este trabajo ha sido realizado en la Laguna de “El Campillo” cuyo origen es también artificial por el afloramiento del agua subterránea tras la extracción de los áridos que comenzaron en la década de los setenta y su explotación duró casi diez años. Esta laguna se incluye dentro del centenar de graveras que jalonan los cursos medio y bajo del río Jarama. Se ha elegido este lugar para realizar el estudio de diversidad ornitológica por las siguientes razones:

- A pesar de tratarse de una laguna artificial y estar rodeada de un núcleo urbano (N-III, Centro comercial, Estación Depuradora de Aguas, Tren Cercanías, urbanización residencial), una cementera y un vertedero, y gracias a la Ley 6/94 (B.O.C.M. 1994) sobre “Creación del Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama” que regula la extracción de áridos, complementada con el artículo 30.4 que fija franjas de protección de las zonas de mayor valor ambiental, la laguna y su entorno más próximo intentan desarrollar un hábitat de gran valor ecológico, que pretende acercarse a lo que fue en un pasado, cuando constituía un complejo y amplio bosque de ribera que seguía el curso de un río limpio, llanuras de inundación, humedales y praderas.
- Presenta gran diversidad de ecosistemas como: El río Jarama, bosque de ribera, cortados yesíferos, cultivos agrícolas y la propia laguna.
- Parada común de muchas aves en sus migraciones a lo largo del año.
- Área incluida en el Catálogo de Humedales de la Comunidad de Madrid (B.O.C.M.1991) y está considerada como Zona de Reserva Natural (Zona B) dentro del Parque Regional del Sureste por Ley 6/1994 (B.O.C.M. 1994).



## MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio ornitológico hemos utilizado:

- Prismáticos binoculares Samsung 7.15x35.
- Cámara digital Kodak V550, 5MP, 3x (óptico) / 4x (digital)
- Cuaderno de campo.
- Guías de campo de aves:

El método empleado en cada una de las visitas se basó en la observación directa siguiendo un itinerario y realizando diversas paradas:

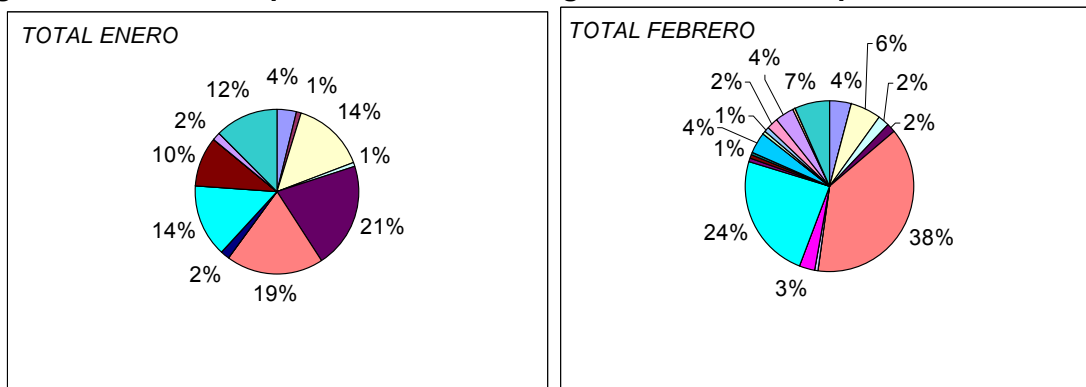
1. Junto a la entrada a la laguna.
2. Banco junto al camino desde el que se divisa tanto la laguna como el río Jarama.
3. El Campillo. Centro de Educación ambiental.
4. Camino junto a la fábrica.
5. Cantiles.

Se han realizado 7 visitas durante los fines de semana, con una duración aproximada de 2-4 horas entre las 8:30 y las 12:30 de la mañana.

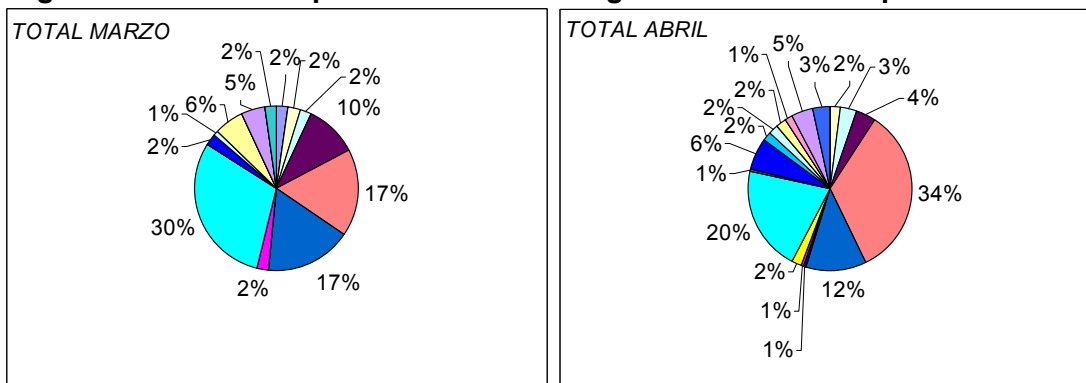
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

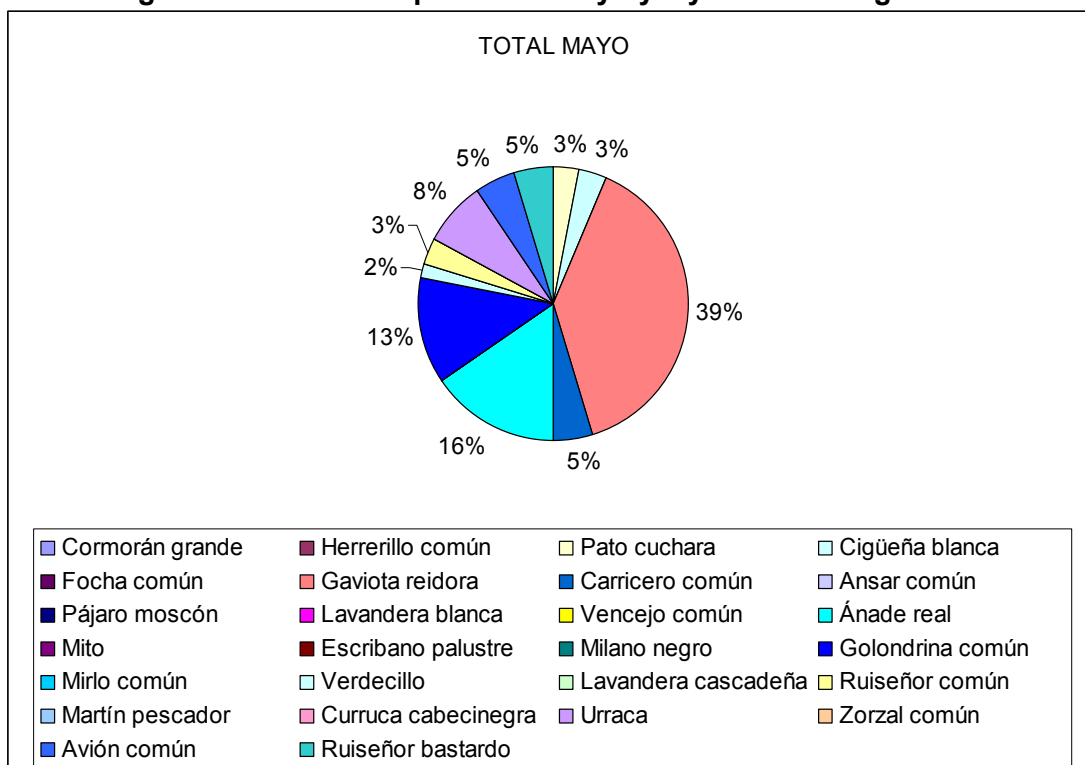
A continuación, se muestran mediante gráficos los datos recogidos en campo según la distribución de especies en los distintos meses de observación.

**Figura 1. %total de especies en Enero.    Figura 2. %total de especies en Febrero.**



**Figura 3. %total de especies en Marzo.    Figura 4. %total de especies en Abril.**



**Figura 5. %total de especies en Mayo y leyenda de los gráficos.**

Al término de este trabajo hemos podido comprobar la gran diversidad de la Laguna de “El Campillo” a pesar de encontrarse en el enclave urbano y la gran variedad de actividades que ofrece su Centro de Educación Ambiental, de las que fuimos partícipes acudiendo a la ruta ornitológica dirigida por el Programa de Voluntarios del Proyecto Ríos.

**Imagen 1. Laguna de “El Campillo”**



## CONCLUSIONES

Estudio de la diversidad ornitológica en la Laguna de “El Campillo” situada en el Km. 19 de la A-III, Rivas-Vaciamadrid (Madrid) y perteneciente al Parque Regional del Sureste da refugio a numerosas aves durante todo el año, tanto residentes como migratorias, cuyo número asciende a 26. A pesar de ser un enclave sometido a la presión del núcleo urbano que le rodea presenta una gran diversidad de especies, así como una extensa vegetación de ribera. Al ser una laguna artificial y estar conectada con el río mediante acuíferos subterráneos es preocupante el hecho de su posible contaminación y su deterioro con el paso de los años por el abandono al que puede verse sometida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación ecologista del Jarama El Soto, 2009, [www.elsoto.org](http://www.elsoto.org), [En línea]  
Coronado, R., Del Portillo, F. & Saez-Royuela, R., 1991, Las anátidas de España, 247pág.  
De Juana, E. & M. Varela, J., 2000, Guía de las aves de España, Península, Baleares y Canarias, 223pág.  
G. Cervantes, J., 2008, La Laguna de El Campillo, 33pág.  
Madroño, A., González, C. & Atienza, J.C., 2004, Libro rojo de las aves de España, 452pág.  
Martín, I., et al., 2004, Aves nidificantes de España, 502pág.  
Pájaros de España, 2009, < <http://www.pajaricos.es/index.html>>, [En línea]



## BIENESTAR EN LA ESTABULACION PORCINA

Abad, Ana; Canalejo, Esther; Valiente, Víctor

Tutora: Villamide, María Jesús

Dpto. de Producción animal de la E.T.S.I.A de la Universidad Politécnica de Madrid.

Ana.abad.guerrero@alumnos.upm.es; Esther.cbermejo@alumnos.upm.es;

Víctor.valiente.camus@alumnos.upm.es

### RESUMEN

Debido al aumento de sensibilización de la población durante las últimas décadas referente al trato animal, especialmente en el ámbito ganadero, era necesario realizar una norma o ley que pueda proteger derechos fundamentales de los animales. En este trabajo se recoge un resumen de la normativa referente a las normas mínimas para la protección y bienestar porcino, reflejada en el BOE num.278, Real Decreto 1135/2002. Esta normativa hace referencia tanto a la estabulación como al manejo de los animales.

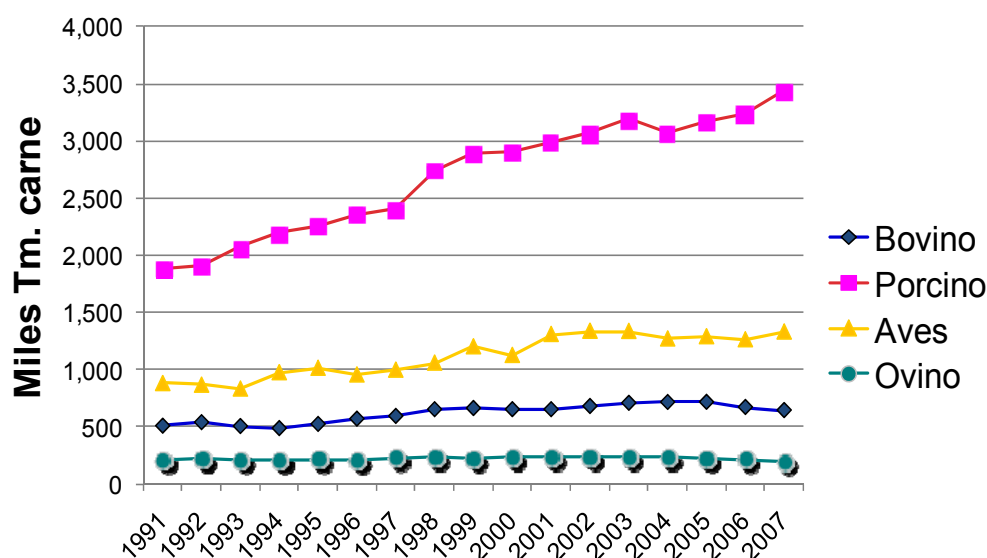
**Palabras clave:** normativa, bienestar, porcino

### INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo aporta proteínas de alta calidad, ácido oleico, zinc, hierro y vitaminas del grupo B, por lo que su integración en la dieta constituye una excelente elección. El actual consumo de carne de cerdo (1,32 kg de carne fresca al mes por habitante, según el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, [www.marm.es](http://www.marm.es)) está dentro de las recomendaciones nutricionales.

Los cerdos están adaptados a climas templados y subtropicales y se encuentran en muchas zonas del mundo. En el año 2001 los principales países en cuanto al número de animales eran China, con 454 millones de cerdos; Estados Unidos, con 59 millones; Brasil, con 29 millones; Alemania, con más de 25 millones, y España, con 23 millones. A continuación se encontraban, en orden descendente, Vietnam, México, India, Polonia, Rusia y Francia. A escala mundial, la población de cerdos en 2001 alcanzaba casi los 923 millones. ([www.meh.es](http://www.meh.es))

**Fig.1 Evolución de la producción de carne en España** (Dpto. de Producción animal de la E.T.S.I.A de la Universidad Politécnica de Madrid)





## CONDICIONES DE CRIA EN LAS EXPLOTACIONES DE CERDOS

Comenzaremos describiendo las condiciones específicas de cada uno de los tipos de animales porcinos según su edad o estado fisiológico y posteriormente las condiciones generales. Según el REAL DECRETO 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos se disponen los siguientes artículos correspondientes a las normas que hay que seguir para el bienestar de cerdas y cerdas jóvenes:

### A) CERCAS Y CERCAS JÓVENES

Las cerdas y cerdas jóvenes se criarán en grupos durante el período comprendido entre las cuatro semanas siguientes a la cubrición y los siete días anteriores a la fecha prevista de parto. Los lados del recinto en el que se mantenga el grupo medirán más de 2,8 metros. Cuando se críen en un grupo de menos de seis individuos, los lados del recinto medirán más de 2,4 metros. Las condiciones de este párrafo no se aplicarán a las explotaciones que cuenten con menos de diez cerdas.

Las cerdas y cerdas jóvenes deberán disponer de acceso permanente a materiales manipulables.

Las cerdas y cerdas jóvenes mantenidas en grupos se alimentarán mediante un sistema que garantice que cada animal pueda comer suficientemente, aun en presencia de otros animales que compitan por la comida.

Para calmar su hambre, y dada la necesidad de masticar, todas las cerdas jóvenes, cerdas postdestete y cerdas gestantes deberán recibir una cantidad suficiente de alimentos de volumen o ricos en fibras, así como alimentos con un elevado contenido energético.

### B) COCHINILLOS Y CEBO

El lechón se define como el animal de especie porcina cuya edad comprende desde el nacimiento hasta el destete. El cochinillo destetado es un lechón no lactante de hasta 10 semanas de edad.

El espacio libre se considera como el espacio total disponible menos el ocupado por bebederos, comederos u otros objetos que no permitan el movimiento del animal o su descanso. El espacio del que dispondrá cada cochinillo destetado (o cerdo de producción criado en grupo), será de al menos:(Fig.2). Teniendo en cuenta las siguientes excepciones:(Fig.3)

Peso vivo (kg)	m <sup>2</sup>
	EU
Hasta 10	0,15
10 - 20	0,20
20 - 30	0,30
30 - 50	0,40
50 - 85	0,55
85 - 110	0,65
>110	1,00

(Fig.2).Espacio disponible para cada cerdo

m <sup>2</sup>		
Holanda	Suecia	Alemania
EU +50%	EU +30%	EU
		EU
		EU
		0,65
		0,92
		1,10

www.3tres3.es

(Fig.3).Excepciones relativas al espacio disponible





Los cochinitos de más de dos semanas de edad tendrán acceso permanente a una cantidad suficiente de agua fresca.

Tras el nacimiento del animal, está prohibido realizar cualquier procedimiento no debido a motivos terapéuticos o de diagnóstico, o destinados a la identificación de los cerdos de conformidad con la normativa pertinente y que provoquen lesiones o la pérdida de una parte sensible del cuerpo o la alteración de la estructura ósea, con las siguientes excepciones:

1-Una reducción uniforme de las puntas de los dientes de los lechones mediante el pulido o sección parcial, antes de que superen los siete días de vida, dejando una superficie lista intacta; en caso necesario puede reducirse la longitud de los colmillos de los verracos para evitar lesiones a otros animales o por razones de seguridad.

2-Raboteo parcial.

3-Castración de los cerdos macho por medios que no sean al desgarre de tejidos.

4-El anillado del hocico únicamente cuando los animales se mantengan en sistemas de cría al aire libre y de acuerdo con la normativa nacional.

El raboteo y la reducción de las puntas de los dientes no deberán ejecutarse por rutina sino únicamente cuando existan pruebas de que se han producido lesiones de las tetillas de las cerdas o las orejas o rabos de otros cerdos.

En caso de que la castración o el raboteo se realicen a partir del séptimo día de vida se llevarán a cabo únicamente mediante anestesia y una analgesia prolongada practicada por un veterinario.

### **C) EL VERRACO**

El verraco es el macho de la especie porcina después de la pubertad y que se destina a la reproducción. En el Real Decreto también se especifica que las celdas de los verracos estarán ubicadas y construidas de forma que éstos puedan darse la vuelta, oír oler y ver a los demás cerdos. Además, que la zona de suelo libre de obstáculos a su disposición deberá ser como mínimo de 6 m<sup>2</sup>.

Cuando los recintos sean utilizados también para la cubrición, la zona de suelo a disposición de un verraco adulto tendrá que ser como mínimo de 10m<sup>2</sup> y el recinto deberá estar libre de cualquier obstáculo.

### **D) GENERALIDADES**

#### **D.1- Ruido y Luz**

En la parte del edificio en la que se encuentren los cerdos se evitarán niveles de ruido continuo superiores a 85 dBe, así como ruidos duraderos o repentinos. En cuanto a la luz, los cerdos deberán estar expuestos a una intensidad mínima de 40 lux durante un período mínimo de ocho horas al día.

#### **D.2- Acceso a materiales manipulables**

Los cerdos deberán tener acceso permanente a una cantidad suficiente de materiales que permitan unas adecuadas actividades de investigación y manipulación como paja, heno, madera, serrín, compost de champiñones, turba o una mezcla de los mismos que no comprometa la salud de los animales.

#### **D.3- Los suelos**

La superficie total de suelo libre de la que deberá disponer cada cerda, o cada cerda joven después de la cubrición, cuando se críen en grupo, será, al menos, de 1.64 m<sup>2</sup>/primeriza y de 2.25m<sup>2</sup>/cerda.

Para las cerdas jóvenes después de la cubrición y las cerdas gestantes: una parte de la superficie libre será suelo continuo compacto : como mínimo 0.95m<sup>2</sup> y 1.3 m<sup>2</sup> respectivamente.



#### **D.4- Alimentación**

Se alimentará a todos los cerdos, al menos, una vez al día. Cuando los cerdos se alimenten en grupos y no a voluntad o mediante un sistema automático de alimentación individual, cada cerdo tendrá acceso al alimento al mismo tiempo que los demás animales del grupo. En el caso de alimentación con tolvas a voluntad o sistemas de alimentación electrónica de cerdas, el acceso al alimento al mismo tiempo no es obligatorio.

Todos los cerdos de más de dos semanas de edad tendrán acceso permanente a una cantidad suficiente de agua fresca.

#### **D.5- Ataduras y agresiones**

Se prohíbe la construcción o el acondicionamiento de instalaciones en las que se ate a las cerdas y cerdas jóvenes. Asimismo queda prohibido el uso de ataduras para las cerdas y cerdas jóvenes.

Los cerdos que haya que criar en grupos, pero sean particularmente agresivos, hayan sido atacados por otros cerdos o estén enfermos o heridos podrán mantenerse temporalmente en recintos individuales. En estos casos especiales, el recinto que se utilice deberá permitir que el animal se pueda dar la vuelta fácilmente, siempre que ello no sea contrario a consejos veterinarios específicos. Los cerdos agresores se pueden o no separar del resto del grupo.

### **CONCLUSIÓN**

La aplicación de esta nueva normativa (Real Decreto 1135/2002) entró en vigor el día 1 de enero del 2003, salvo para aquellas explotaciones de nueva construcción, las ya existentes tendrán que ir adaptándose ya que el Real Decreto 1135/2002 entra en vigor para todas las explotaciones a partir del 1 de Enero de 2013.

Esta normativa pretende satisfacer tanto unas mínimas condiciones de los animales durante la producción, como las exigencias requeridas por la sociedad y los consumidores. Estas mínimas condiciones de bienestar durante la producción ayuda a controlar el estrés de los animales y de esta forma lograr tanto una mejor calidad de la canal como un mayor rendimiento de la explotación.

### **BIBLIOGRAFÍA**

[www.3tres3.es](http://www.3tres3.es) (en apartado "servicios" la parte referida a "bienestar porcino")  
B.O.E. Portal del Boletín Oficial del Estado ([www.boe.es](http://www.boe.es))  
Ministerio de economía y hacienda ([www.meh.es](http://www.meh.es))  
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ([www.marm.es](http://www.marm.es))



## UTILIZACIÓN DE ACEITES ESENCIALES EXTRAÍDOS DE PLANTAS EN LA ESTABILIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE MANZANA PRECORTADA REFRIGERADA

Gallardo, Alba

Tutor: Morata, Antonio

Dpto. Tecnología de Alimentos. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid  
Ciudad Universitaria, S/N. Madrid 28040

Correo electrónico: albagallardo@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El creciente interés por el uso de extractos naturales como alternativa para la conservación de alimentos ha dado lugar a numerosos estudios de investigación en los que se han puesto de manifiesto sus propiedades tanto antioxidantes como antimicrobianas. Estas características son muy importantes para la industria alimentaria ya que pueden favorecer la inocuidad y estabilidad de los alimentos como también protegerlos contra alteraciones lipídicas.

El presente trabajo consiste en la utilización de aceites esenciales obtenidos por concentración de extractos vegetales de orégano, canela y clavo con el objetivo de inhibir o ralentizar el crecimiento microbiano en frutas precortadas y como consecuencia aumentar la vida útil en condiciones de refrigeración y obtener mejoras en la textura de la fruta así como en sus cualidades organolépticas.

Se realizará un seguimiento microbiológico de mesófilos aeróbicos de la fruta tratada frente a un control para evaluar el efecto de los distintos tratamientos. También se realizarán ensayos texturométricos para estudiar la evolución de la textura durante el almacenamiento refrigerado. La fruta empleada es manzana de la variedad *Golden*.

**Palabras clave:** aceites esenciales, antioxidante, antimicrobiano

### INTRODUCCIÓN

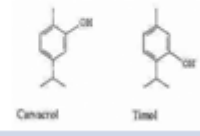

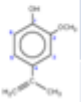
La manzana es rica en pectina, azúcares y vitamina C. La textura de las frutas y verduras tiende a deteriorarse si se las almacena durante mucho tiempo o en condiciones de demasiado calor. La pectina, que en gran medida endurece el sistema panaliforme de las células de las frutas y verduras, es degradada por las enzimas celulares a compuestos químicos mucho más blandos originando la textura característica de las frutas sobremaduras o de las verduras marchitas.

Si la fruta se golpea o se corta se rompen las células y las enzimas (oxidasas) que quedan en libertad atacan y degradan las pectinas. Al mismo tiempo se producen cambios indeseables en el color, las manzanas se vuelven marrones y se oscurecen rápidamente cuando las superficies cortadas se exponen al aire. Las oxidasas con el oxígeno del aire oxidan a ciertos constituyentes (fenoles) produciéndose pigmentos marrones.

La **Tabla 1** resume las principales propiedades antimicrobianas y antioxidantes de los aceites esenciales de cada especie así como sus principales componentes y los microorganismos que inhiben.



**Tabla 1: Principales componentes, actividad y microorganismos que inhiben los aceites esenciales del orégano, canela y clavo.**

Nombre científico	Principales componentes	Actividad	Microorganismos que inhibe
<i>O. Vulgare</i> (Orégano)	Fenoles carvacrol y timol (timol más activo que carvacrol) 	Antimicrobiana	Gram positivas: <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Bacillus subtilis</i> (56, 22).  Gram negativas: <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> y <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Cándida albicans</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>Torulopsis glabrata</i> <i>Aspergillus Niger</i> , <i>Geotrichum</i> y <i>Rhodotorula</i> ; pero no contra <i>Pseudomona aeruginosa</i> (23).
<i>Cinnamomum Zeylanicum</i> (Canela)	Ácido cafeico, ácido ascórbico, ácido romérico, ácido rosmarínico, luteína, timol, timoquina, zeaxantina, timol y carvacrol (5, 6, 15, 16 y 53) 	Antioxidante y antifúngico	Género <i>Aspergillus</i> y <i>Cándida albicans</i>
<i>Syzygium aromaticum</i> (Clavo)	Proantocianidinas (Flavonoide), Eugenol y cinamaldehído 	Antibacteriano Antioxidante y antifúngico	<i>Clostridium perfringens</i> , <i>S. Enteritidis</i> <i>C. albicans</i>
		Antibacteriano	<i>S. enteritidis</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>S. aureus</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. Typhimurium</i>

Elaborado con datos de Marcen, 2000

## OBJETIVOS

En este trabajo se han tratado muestras de manzana de la variedad *Golden* con aceites esenciales de orégano, canela y clavo para evaluar su eficiencia antioxidante y antimicrobiana y las cualidades organolépticas finales de las muestras, para seleccionar el aceite esencial que permita su conservación durante un mayor periodo de tiempo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Manzana

Se han preparado las muestras de manzana laminando a espesor de 9 mm y colocando dos láminas por placa petri y cuatro repeticiones para cada aceite y el control.

### 2. Aceites esenciales

Para la obtención de aceites esenciales se emplearon 200 ml de un solvente orgánico (etanol) con agua (50:50 v/v) con los que se realizó la extracción de 5 g de especia. Posteriormente se calienta a 50°C se mantiene durante 30 minutos en agitación orbital. Una vez transcurrido ese tiempo se filtra por y se concentra al 50% en rotavapor. Por último se realiza una filtración estéril (0,45 µm) de los aceites esenciales antes de dosificarlos en las muestras de manzana.

### 3. Conteo microbiano

Para la realización de los conteos microbianos se prepararon placas con agar PCA y una vez sembradas las placas se mantiene en estufa a 32°C durante 48h. El seguimiento microbiano se realiza durante un mes.

### 4. Análisis texturométrico

La textura se determina en un texturómetro TVT 300XP con una sonda cilíndrica de 3 mm de diámetro.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar el recuento microbiano de todas las muestras distinguiendo entre bacterias, levaduras y hongos los resultados se resumen a continuación en la **Figura 1**. Los resultados obtenidos en el análisis texturométrico aparecen en la **Tabla 2**.

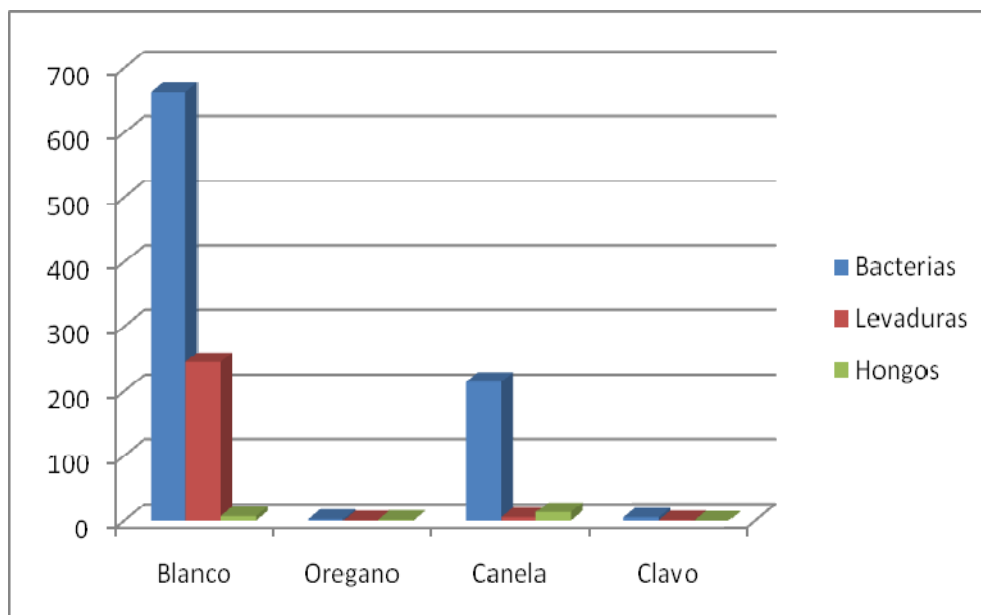


Figura 1: Conteos microbianos

Como se puede observar el mayor número de microorganismo se obtuvo en la muestra blanco, predominando las bacterias frente a las levaduras y hongos. Por otro lado si comparamos los resultados obtenidos en las manzanas que se les aplicó aceites esenciales se deduce que en la que mejores resultados se obtuvieron fue en las impregnadas con orégano seguidas por el clavo y la canela. En las dos últimas el conteo de bacterias fue ligeramente superior en el clavo y mucho mayor en la canela. En cuanto a las levaduras y hongos las diferencias son menos significativas.

Tabla 2: Resultados de dureza del análisis texturométrico

Tratamiento	Dureza
Blanco	397
Orégano	326,33
Canela	307,33
Clavo	417,33

Como se puede deducir de la tabla la mayor dureza es las muestras de manzanas impregnadas en aceite esencial de clavo, seguida por el blanco y el orégano. Los peores resultados se obtuvieron en la canela.



## CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos el aceite esencial que mejor inhibe y ralentiza el crecimiento microbiano es el orégano sin embargo la textura es peor que en el control. Por otro lado en las manzanas tratadas con extracto con clavo se obtienen resultados muy similares al orégano en cuanto a conteo microbiano y una textura mejor. Además también se debe contemplar el aspecto externo que ofrece la manzana siendo mejor el del orégano que el del clavo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dan Zekaria.2009. Los aceites esenciales una alternativa a los antimicrobianos. Laboratorios Calier.
- Marcén Letosa, J. 2000. Antimicrobianos naturales. Medicina Naturista, nº2:104-108 I.S.S.N.:1576-3080.
- Milos M, Mastelic J, Jerkovic I. 2000. Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from oregano (*Origanum vulgare L. ssp. hirtum*). Food Chem; 71, 79-83.
- Nakatani N. Natural antioxidants from spices. In: Ho, C., Lee, C. Y., and Huang, M. Phenolic compounds in food and their effects on health II. American Chemical Society. 1992; Chap. 6: 72-85



## IMPORTANCIA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA NUTRICIÓN DE PECES

Blanco, Ana E.

Tutora: Pérez, Martina

Departamento de Producción Animal. E.T.S. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: xikitinina@gmail.com

### RESUMEN

Este trabajo es una revisión bibliográfica sobre la información existente a cerca de la importancia del ácido ascórbico (vitamina C) en la alimentación de los peces y, en particular, de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Se trata de un tema muy interesante debido al elevado porcentaje que supone la alimentación del coste total y a la importancia de las vitaminas, y concretamente del ácido ascórbico, para el mantenimiento de la vida animal. Además al tratarse de una vitamina hidrosoluble y actuar como antioxidante, se oxida rápidamente en agua lo que constituye un inconveniente en el caso de los peces puesto que es su hábitat natural.

**Palabras clave:** nutrición, vitamina C, trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)

### INTRODUCCIÓN

Las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y el mantenimiento de la vida animal. En el caso de los peces se requieren en cantidades muy pequeñas y son administradas en el pienso (por vía oral) o sintetizadas en el intestino.

El ácido ascórbico o vitamina C es una molécula cuyo valor vitamínico varía según la especie. Este compuesto se considera una vitamina sólo en aquellas especies desprovistas de la enzima gulonolactona oxidasa que permite la conversión de glucosa en ácido ascórbico como ocurre en los primates, el hombre, la trucha o los saltamontes. Como se trata de una vitamina hidrosoluble se almacena en cantidades pequeñas en los tejidos animales por lo que en ausencia de un suministro regular se agotan sus reservas. Además en el agua se oxida rápidamente lo que constituye un inconveniente en el caso de los peces. Por ello, para su suministro a peces y crustáceos es necesario protegerla con cápsulas de gelatina o antioxidantes lo que supone un incremento de los costes.

### METABOLISMO E INTERACCIONES

Se trata de una molécula de bajo peso molecular que está formada por un anillo de lactona con función ene-diol y por dos grupos alcohol. El anillo de lactona al oxidarse da lugar al ácido deshidroascórbico. Según un trabajo realizado en los Países Bajos (Información general de vitaminas, 1998-2010), la vitamina C ayuda a adsorber el hierro y regenera la vitamina E y otros antioxidantes. Su exceso puede producir un déficit de vitamina B<sub>12</sub>.



## FUNCIONES FISIOLÓGICAS

El ácido ascórbico participa en reacciones de oxidación-reducción de conversión entre el ácido L-ascórbico (forma reducida) y ácido dehidro L-ascórbico (forma oxidada), y a la inversa.

En los peces, el ácido ascórbico es un cofactor relacionado con la hidroxilación en múltiples reacciones bioquímicas ya que colabora en el transporte de hidrógeno en reacciones con otros nutrientes. Su presencia se requiere para la síntesis de glóbulos rojos dada su participación en la maduración de los eritrocitos así como para la síntesis de colágeno en los tejidos, la formación y la reparación de huesos y dientes y la cicatrización de tejidos. Permite un funcionamiento adecuado del sistema inmune dado que tiene un papel en cuanto al metabolismo del hierro y es un antioxidante fisiológico. Interviene en la síntesis de neurotransmisores como, por ejemplo, la serotonina que regula el apetito, controla la temperatura corporal y la reproducción e influye sobre otros neurotransmisores como la dopamina y la noradrenalina relacionadas con la angustia, el miedo, la ansiedad o los problemas alimenticios (Castro Campos, 1994; Corredor y Landines, 2009)

## SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

Según Guillaume *et al.* (2002) el contenido en colágeno de las vértebras así como la relación prolina/hidroxiprolina son buenos indicadores de la carencia de vitamina C en peces como la trucha y el pez gato. En la tabla 1 se muestran los principales síntomas de deficiencia de vitamina C en salmónidos según Castro Campos (1994). Aunque las deficiencias recogidas por este autor son para salmónidos, según Corredor y Landines (2009) se pueden generalizar para todos los peces.

**Tabla 1. Síntomas de deficiencia de vitamina C en salmónidos.**

Deficiencia subclínica	Deficiencia clínica
Reducción de la concentración de ácido ascórbico en hígado y riñón.	Anorexia, disminución del crecimiento.
Alteraciones histológicas y trastornos en la formación de cartílagos, agallas y piel.	Lordosis, escoliosis.
Disminución del nivel de hormonas tiroideas (T3).	Exoftalmia hemorrágica.
Elevación de colesterol y triglicéridos.	Ascitis.
Disminución de la capacidad de enlace del hierro.	Anemia.
Disminución del colágeno vertebral.	Hemorragia intramuscular.
Menor capacidad fagocitaria.	Cicatrización retardada.
Menor formación de anticuerpos.	Despigmentación.
Menor concentración del hepatocito.	-





## TOXICIDAD

No es común que se produzca toxicidad por exceso de esta vitamina dado que al ser hidrosoluble no se almacena en los tejidos eliminándose mayoritariamente por la orina. El Instituto de Bebidas para la Salud y el Bienestar (2009) aconseja 60 mg/d para las mujeres y 75 mg/d para los hombres. Sin embargo, aún falta por determinar las cantidades máximas a administrar en peces.

## FUENTES

Existen numerosas formas comerciales para suministrar vitamina C en peces. Son compuestos obtenidos a partir de escamas con la vitamina C estabilizada para que no se oxide en contacto con el agua. Sin embargo, aunque son concentrados tamponados tienen unos requerimientos de pH para que el producto no se desestabilice. Como ejemplos, se pueden citar casas comerciales Marine C y TROPICAL-Supervit.

Corredor y Landines (2009) sugieren suministrar a los peces alimento vivo con una cantidad suficiente de ácido ascórbico. Las fuentes propuestas a utilizar son directamente ácido ascórbico o derivados a artemias y rotíferos.

## NECESIDADES

En la tabla 2 se comparan los requerimientos de vitamina C de la trucha con los de otros peces según Mc. Dowell (2000).

**Tabla 2. Requerimientos de vitamina C en peces**

Pez	Pez gato	Tilapia	Trucha	Salmón
mg/kg de dieta	25-50	50	50	50

La tabla 3 muestra los niveles de suplementación de vitaminas recomendados por diversos autores según Romero (1994).

**Tabla 3. Niveles de suplementación vitamínica recomendados**

Vitamina	mg/kg de dieta (materia seca)
Ácido ascórbico	100–150
Tiamina	10–12
Riboflavina	20–30
Piridoxina	10–15
Pantotenato	40–50
Niacina	120–150
Ácido fólico	6–10
Mioinositol	300–400
Biotina	1–1,5
Retinol	2.200–2.500
Calciferol	1.000



La vitamina que necesitan en mayor cantidad los peces es la niacina y la que menos la biotina, cuyos valores por sí solos no representan cantidades significativas. Si atendemos a la cantidad total de ingesta de un pez de un 5-15% de su peso vivo se puede concluir que el ácido ascórbico es un elemento importante en su alimentación.

## CONCLUSIONES

La información existente sobre las necesidades de vitamina C de las truchas es escasa. De hecho, los autores no han encontrado ningún trabajo que establezca los límites a suministrar. Asimismo, está en duda qué métodos utilizar para la determinación de ácido ascórbico y dehidroascórbico en piensos, concentrados y premezclas pues se han hecho modificaciones en el Real Decreto 2257 (1994) por el que queda derogado el método que se estaba utilizando (Orden Pre/1629/2004).

La vitamina C es esencial en numerosas especies acuáticas para conseguir crecimientos óptimos y favorecer la resistencia de la trucha ante momentos de estrés, enfermedades o condiciones adversas del entorno. De hecho la vitamina C podría ser utilizada para evitar toxicidad puesto que permite que los animales expuestos a bajas dosis de pesticidas tengan la capacidad de contrarrestar sus efectos. La única forma de administración es en la dieta mediante pienso o alimento vivo. El que sea mediante pienso supone problemas frente al entorno de los peces (el agua) y, por tanto, la vitamina tiene que estar protegida, lo que produce un aumento de los costes. Sin embargo, si se suministra mediante alimento vivo, artemias o rotíferos, las ventajas podrían ser mayores puesto que se evitarían los costes de protección de las vitaminas y se facilitaría la ingesta de los alevines y larvas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Martina Pérez Serrano su dedicación y motivación a la hora de impulsarme a participar en el III Congreso de Estudiantes, así como su colaboración como tutora.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castro Campos E. 1994. Vitamina C y colina en nutrición de peces. Fundamentos de su rol y determinación. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, FAO, nº 16, pto. 24.
- Corredor A. y Landines M. 2009. Efecto del ácido ascórbico sobre la respuesta de los peces ante condiciones de estrés. Rev. Med. Vet. Zoot., 56: 53-66.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Métailler R. 2002. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España, pp. 190-220.
- Información general de vitaminas, 1998-2009. Universidad Técnica de Delft en los Países Bajos. Web: <http://www.lenntech.es/vitaminas/vitamina-c.htm> (Última consulta el mes de Marzo de 2010).
- Instituto de Bebidas para la Salud y el Bienestar (nutriente: vitamina C). 2009 Web: <http://www.beverageinstitute.org> (Última consulta el mes de Enero de 2009).
- Mc. Dowell, L.R., 2000, Vitamins in animal and human nutrition. 2ª Ed. Ed. Academic press. pp.621-755.
- ORDEN PRE/1629/2004, 2004. Orden por la que se modifica el anexo del Real Decreto 2257/1994, de 25 de noviembre, por el que se aprueban los métodos oficiales de análisis de piensos o alimentos para animales y sus primeras materias. BOE, 135: 20498-20501.
- Romero T. J., 1994, Nutrientes esenciales en alimentación acuícola. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, FAO, nº 16, pto. 1.



## UTILIZACIÓN DE LEVADURAS INEFICIENTES DEL GÉNERO *SACCHAROMYCES* EN LA OBTENCIÓN DE VINOS CON MENOR GRADUACIÓN ALCOHÓLICA

Loira, Iris; Somolinos, Susana

Tutor: Morata, Antonio

*Departamento de Tecnología de los Alimentos. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.*

*Correo electrónico: Iris.loira.calvar@gmail.com*

### RESUMEN

Durante la fermentación alcohólica del mosto de uva, la levadura transforma la glucosa y fructosa en etanol y CO<sub>2</sub> mayoritariamente, y de forma minoritaria en otros compuestos que en muchos casos tienen una repercusión sensorial interesante ya que participan en la fracción aromática, en algunos casos en la acidez y también en la estructura de los vinos.

Dentro de cada especie de levadura existe una gran variedad metabólica, así pues, no todas las cepas producen la misma cantidad de etanol a partir de un mosto con idéntica concentración azucarada inicial.

El presente estudio se centra en la evaluación de la ineficiencia glicolítica de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* a distintas concentraciones sacarimétricas del mosto y temperaturas de fermentación, con el objetivo de obtener vinos de menor graduación alcohólica y mejores cualidades sensoriales.

El concepto de **ineficiencia glicolítica** hace referencia a aquellas cepas de levaduras que, a diferencia de lo habitual, son capaces de aprovechar los azúcares del mosto para formar mayor cantidad de metabolitos secundarios en la fermentación alcohólica en lugar de incrementar el grado alcohólico con la formación de etanol.

**Palabras clave:** *Saccharomyces cerevisiae*, **reducción de grado alcohólico, enología de zonas cálidas**

### INTRODUCCIÓN

En regiones cálidas como España, las uvas pueden alcanzar altos contenidos de azúcar durante la maduración, dando lugar a vinos con concentraciones de alcohol entre el 14-18%. Este fenómeno se ve incrementado por los efectos del cambio climático. Tal grado alcohólico no es compatible con la calidad sensorial deseada para un vino y lo aleja del alimento fermentado con efectos beneficiosos para la salud.

La levadura metaboliza el azúcar (glucosa y fructosa) por vía fermentativa produciendo como productos mayoritarios etanol y CO<sub>2</sub>. Sin embargo, no todas las levaduras alcanzan el mismo grado alcohólico para un mosto con una misma concentración de azúcares. Normalmente las variaciones son pequeñas y se relacionan con desviaciones del metabolismo glicolítico hacia otras moléculas que pueden ser interesantes desde el punto de vista sensorial.

### OBJETIVOS

*El estudio parte de 4 levaduras seleccionadas de la colección del Dpto. Tecnología de Alimentos caracterizadas por sus buenas aptitudes enológicas para la elaboración de tintos y por su alto poder fermentativo, más la cepa AWRI796 que se emplea como control.*

### METODOLOGÍA

**3.1 Preparación del medio:** *Se prepararon 3 medios sintéticos con diferente concentración azucarada (glucosa y fructosa en proporción 1:1), extracto de levadura y peptona bacteriológica.*

**Tabla 1. Preparación de los medios sintéticos de cultivo**

	Grado alcohólico probable (% v/v)	Contenido de azúcar (g/L)	Grado alcohólico medido (%v/v)
<b>Medio 1</b>	13	220	12,3
<b>Medio 2</b>	14	240	13,4
<b>Medio 3</b>	15	255	14,4

Cada medio se dosificó en viales de color topacio de 100 ml de capacidad a razón de 60 ml, no se esterizaron y se inocularon con las cepas correspondientes por triplicado, se dividieron en dos grupos para la incubación isotérmica en estufa a 25° C y a 18° C.

**3.2 Sincronización de cultivos:** Se sincronizaron los cultivos mediante siembra sucesiva en volúmenes iguales de medio YEPD.

### 3.3 Métodos empleados:

- ☐ El poder fermentativo se determinó gravimétricamente.
- ☐ El grado alcohólico se determinó por ebullometría.
- ☐ El contenido de glucosa y fructosa residual se determinó mediante test enzimáticos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra el poder fermentativo alcanzado a las temperaturas estudiadas.

**Tabla 2. Poder fermentativo de las cepas de levadura en estudio**

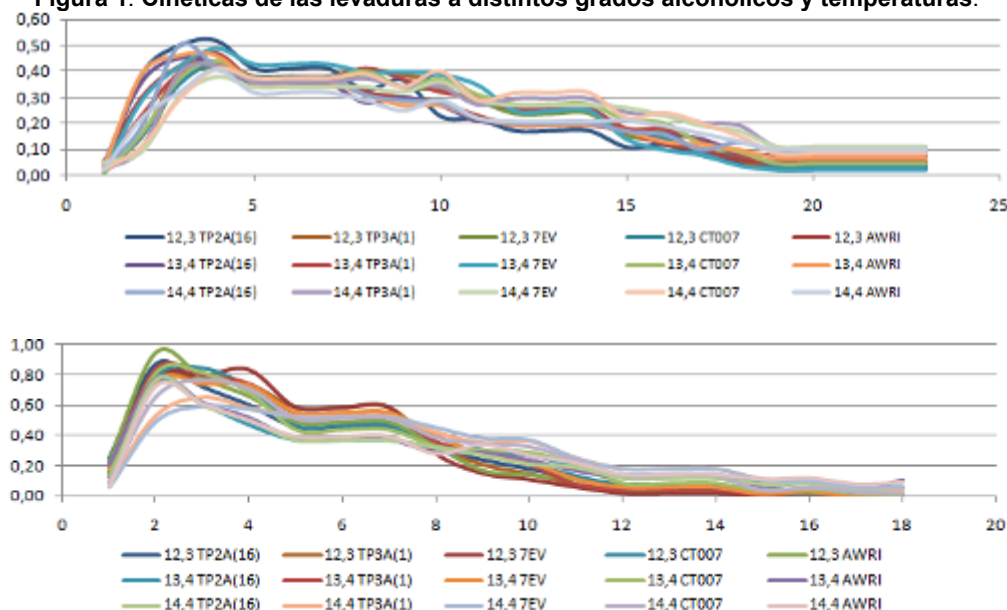
Levaduras	° Alcohólico (%v/v)	Tiempo de fermentación (días)		PFT 18° C	PFT 25° C
		25°C	18°C		
TP2A(16)	12,3	18	24	10,12 ± 0,13	10,44 ± 0,08
TP3A(1)	12,3	18	24	10,51 ± 0,14	10,64 ± 0,05
7EV	12,3	18	24	10,19 ± 0,13	10,48 ± 0,04
CT007	12,3	18	24	10,44 ± 0,18	10,58 ± 0,18
AWRI	12,3	18	24	9,79 ± 0,20	10,46 ± 0,08
TP2A(16)	13,4	19	24	9,88 ± 0,47	10,23 ± 0,20
TP3A(1)	13,4	19	24	10,78 ± 0,10	11,26 ± 0,06
7EV	13,4	19	24	11,00 ± 0,18	11,07 ± 0,04
CT007	13,4	19	24	10,85 ± 0,05	11,13 ± 0,11
AWRI	13,4	19	24	9,91 ± 0,40	10,36 ± 0,07
TP2A(16)	14,4	19	24	10,19 ± 0,48	10,20 ± 0,53
TP3A(1)	14,4	19	24	11,53 ± 0,36	11,93 ± 0,09
7EV	14,4	19	24	11,33 ± 0,25	11,72 ± 0,21
CT007	14,4	19	24	11,53 ± 0,16	11,94 ± 0,14
AWRI	14,4	19	24	9,70 ± 0,51	10,79 ± 0,81

Se observa claramente que el poder fermentativo alcanzado en las fermentaciones a baja temperatura es menor.

Es destacable que la cepa TP2A(16) preseleccionada por la menor producción de grado alcohólico, da lugar en las distintas condiciones estudiadas a un poder fermentativo final inferior en 1 unidad a las otras cepas. La cepa AWRI796 muestra características similares. En contraposición, la cepa TP3A(1) presenta buenas aptitudes fermentativas en todas las condiciones ensayadas.



Figura 1. Cinéticas de las levaduras a distintos grados alcohólicos y temperaturas.



EN ESTA FIGURA SE OBSERVA CÓMO AL INICIO DE LA FERMENTACIÓN LA ACTIVIDAD DE LAS LEVADURAS EN EL MOSTO ES MUCHO MÁS INTENSA, Y CONFORME AVANZAN LOS DÍAS Y SE REDUCE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN EL MEDIO, LA PÉRDIDA DE PESO DE LOS VIALES ES CADA VEZ MENOR. LAS FERMENTACIONES A 18 °C TERMINARON MÁS TARDE.

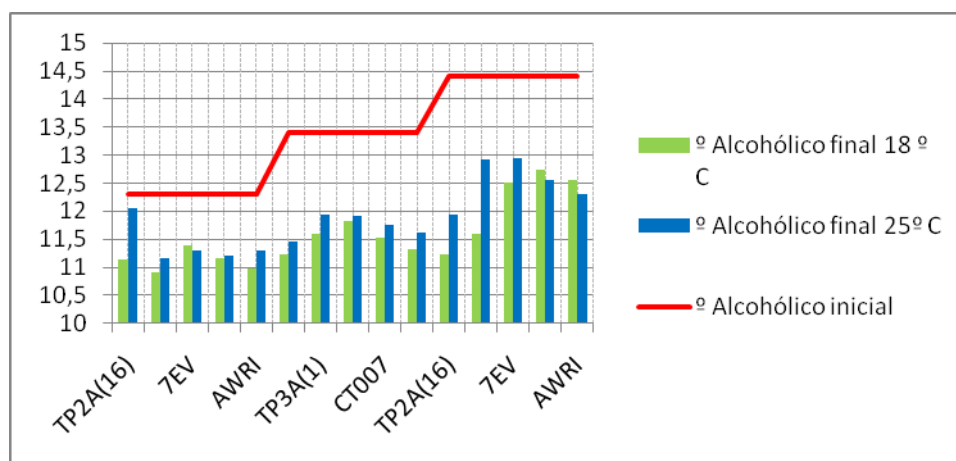
En la tabla 3 se muestran los resultados de grado alcohólico y de glucosa y fructosa residuales.

Tabla 3. Grado alcohólico alcanzado y glucosa y fructosa residual en los fermentados por las levaduras estudiadas.

Levaduras	° Alcohólico %(v/v)		Glucosa (g/L)		Fructosa (g/L)	
	18 °C	25 °C	18 °C	25 °C	18 °C	25 °C
TP2A(16)	11,15 ± 0,05	12,05 ± 0,00	0,10 ± 0,07	0,15 ± 0,14	1,38 ± 0,40	0,76 ± 0,14
TP3A(1)	10,90 ± 0,00	11,17 ± 0,15	0,14 ± 0,12	0,11 ± 0,08	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03
7EV	11,40 ± 0,00	11,30 ± 0,00	0,06 ± 0,10	0,04 ± 0,07	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
CT007	11,17 ± 0,06	11,20 ± 0,00	0,04 ± 0,07	0,22 ± 0,09	0,23 ± 0,10	0,04 ± 0,03
AWRI	10,97 ± 0,06	11,30 ± 0,10	0,04 ± 0,02	0,14 ± 0,15	1,82 ± 0,79	0,06 ± 0,06
TP2A(16)	11,23 ± 0,25	11,47 ± 0,06	0,34 ± 0,21	0,13 ± 0,15	4,80 ± 1,33	2,75 ± 0,55
TP3A(1)	11,60 ± 0,00	11,95 ± 0,00	0,18 ± 0,06	0,38 ± 0,03	0,23 ± 0,39	0,00 ± 0,00
7EV	11,82 ± 0,06	11,92 ± 0,06	0,30 ± 0,16	0,26 ± 0,09	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
CT007	11,53 ± 0,03	11,75 ± 0,00	0,01 ± 0,01	0,18 ± 0,13	0,14 ± 0,04	0,00 ± 0,00
AWRI	11,33 ± 0,15	11,62 ± 0,03	0,15 ± 0,11	0,18 ± 0,12	3,95 ± 1,13	1,86 ± 0,32
TP2A(16)	11,23 ± 0,29	11,93 ± 0,37	0,58 ± 0,48	0,68 ± 0,31	5,89 ± 0,81	6,08 ± 2,15
TP3A(1)	11,60 ± 0,00	12,93 ± 0,03	0,12 ± 0,00	0,04 ± 0,07	0,81 ± 0,31	0,05 ± 0,06
7EV	12,50 ± 0,10	12,95 ± 0,00	0,24 ± 0,31	0,08 ± 0,09	0,73 ± 0,71	0,02 ± 0,03
CT007	12,75 ± 0,00	12,55 ± 0,00	0,12 ± 0,12	0,06 ± 0,10	0,48 ± 0,35	3,66 ± 0,59
AWRI	12,55 ± 0,39	12,30 ± 0,13	1,32 ± 0,84	0,44 ± 0,17	5,62 ± 2,70	3,29 ± 0,32



Figura 2. Grado alcohólico final en los fermentados a distintas temperaturas.



Se observa que todas las cepas logran un grado alcohólico inferior al esperado. La cepa TP2A(16) obtuvo un bajo grado alcohólico en las fermentaciones a 18 °C y 25 °C, pero los análisis de la glucosa y fructosa residual muestran que se debe a que no llegó a metabolizar todos los azúcares del medio (incorrecto final de fermentación).

También destaca el comportamiento de la **cepa TP3A(1)** en la fermentación de grado probable 12,3 % v/v (correspondiente con la baja concentración azucarada 220 g/L), al alcanzar un grado alcohólico aproximadamente 2,5 unidades inferior realizando un agotamiento significativo del medio. Este valor se acompaña de un contenido de glucosa y fructosa residual inferior a 1 g/l. Por lo tanto es una cepa interesante para mejorar el grado alcohólico en zonas cálidas.

En los análisis se puede ver la capacidad de metabolizar fructosa de las diferentes cepas. A concentraciones altas de azúcar las levaduras suelen tener más problemas para metabolizar la fructosa en los finales de fermentación.

## CONCLUSIONES

La metodología propuesta puede ser utilizada como técnica de screening para seleccionar cepas de levadura con baja eficiencia glicolítica y adecuadas para ser utilizadas en la elaboración de vinos en zonas cálidas. Además puede ser implementada mediante técnicas de análisis más rápidas como la espectrofotometría FT-NIR determinando de forma rápida los parámetros necesarios sobre mostos fermentados por las levaduras en estudio. Finalmente las cepas seleccionadas pueden ser evaluadas mediante técnicas como GC-FID o GC-MS para evaluar su perfil de volátiles fermentativos.

El trabajo ha permitido preseleccionar una cepa (TP3A1) que ahora se estudia en más detalle en distintas condiciones fermentativas para evaluar su aptitud para producir fermentados de menor grado alcohólico.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto AGL-2008-05603-C02-01/AGR

## BIBLIOGRAFÍA

Morata A., Suárez Lepe J.A., Benito S., Palomero F., González C. y Estrella I. 2009. Use of *Saccharomyces non cerevisiae* during mixed/sequential fermentations to reduce alcohol content and to improve sensorial profile. XXXII World Congress of Vine and Wine.



## GESTACIÓN Y PARTO EN LA CERDA

Decimavilla, Vanessa; Pedrazuela, Miguel; Vázquez, Guillermo

Tutores: Alvir, María R.

*Departamento de Producción Animal E.T.S.I. Agrónomos .Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: vanessa\_decimavilla@hotmail.com; pedrapans@hotmail.com; wilfro2@msn.com*

### RESUMEN

En una explotación ganadera la unidad básica de producción es la hembra reproductora, esta responsabilidad adquiere mayor transcendencia en sectores como el porcino debido a su prolificidad, ya que la eficacia económica del sistema se basa en producir el mayor número de lechones, en condiciones óptimas y en el menor tiempo posible.

Para conseguir por tanto una buena productividad es necesario un buen manejo y control de la gestación y parto de la cerda.

**Palabras clave:** cerda, gestación, parto

### INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia que presenta para la producción el buen control reproductivo (centrándonos en la **gestación** y el **parto**), el objetivo de este trabajo es el de dar a conocer las técnicas más empleadas de diagnóstico de la gestación, el comportamiento de la cerda, los cambios fisiológicos y hormonales que se originan durante los dos periodos y las etapas que se producen en ambos; este conocimiento nos permitirá adoptar un manejo más adecuado y un mayor control reproductivo del animal con el fin de mejorar la producción.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo fue elaborado para la asignatura de Zootecnia I, Bloque de reproducción y trata de un informe descriptivo sobre el parto y la gestación de la cerda.

La cerda es una hembra políestrica, con un ciclo ovárico de 21 días y un celo de 48 horas. La fecundación en las cerdas hoy en día se lleva a cabo generalmente mediante la técnica de la inseminación artificial (IA). Si la cerda no muestra signos de estar en celo después de tres semanas de la IA o monta, es que está preñada. El período de gestación dura 113-116 días dependiendo de diversos factores como la raza, la edad, la estación, la prolificidad, el peso de la camada...

Debido a las características morfológicas de la cerda, como la estrechez del canal rectal, la longitud de los cuernos uterinos y el desplazamiento que va sufriendo el aparato genital en las sucesivas gestaciones, los métodos más empleados para el diagnóstico de la gestación son la palpación del frémito y tamaño de la arteria uterina, la citología vaginal y la ecografía. Desde hace unos años la **ecografía** en porcino se ha ido imponiendo en la mayoría de las granjas (Williams et al. 2001; IMPORT-VETSA 2004). En la imagen 1 se observa la ecografía de una cerda en el día 23 de gestación.

Además, la programación e inducción de partos ofrecen ventajas en comparación con el manejo tradicional, dado que se reducen las pérdidas por mortalidad, pérdidas por tiempo de actividad, optimización de horas de trabajo y la optimización de recursos y alojamientos.

El método más eficaz para la inducción al parto es el uso de inyecciones de prostaglandinas (PGF2 alfa o análogos como el cloprostenol). Las cerdas gestantes deben ser tratadas a partir del día 111 para evitar problemas de viabilidad de los lechones recién nacidos. La mayor parte de las cerdas paren 24 y 30 horas después del tratamiento. Otros tratamientos son la oxitocina y la dexametaxona (glucocorticoide) aunque están prácticamente en desuso (Garde y Gallego, 1996)

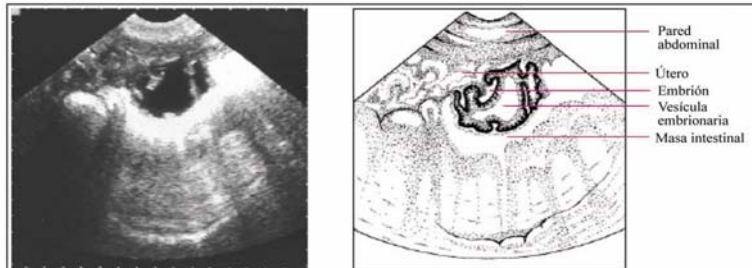


## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### DIAGNÓSTICO DE LA GESTACIÓN:

Con el ecógrafo, se puede iniciar el diagnóstico de gestación entre los 18-21 días. Es un método precoz, de alta sensibilidad y especificidad. A los 22 días se obtiene un 100% de precisión sobre hembras vacías por lo que las cerdas pueden ser tratadas para cubrir las en el ciclo siguiente.

Imagen 1: Cerda en su 23º día de gestación



(Martinat-Botté et al., 1998)

### CAMBIOS FÍSICOS Y HORMONALES DURANTE LA GESTACIÓN.

**1-Cambios fisiológicos: Aparato reproductor.** Por efecto de la **progesterona** se produce en el útero, el crecimiento de las glándulas endometriales, aumenta la vascularización y la secreción glandular, el moco vaginal se espesa y se forma el tapón mucoso. El útero aumenta de tamaño y se desplaza progresivamente hacia la cavidad abdominal; **Glándula mamaria.** Desarrollo de los conductos y alvéolos mamarios; **Equilibrio hídrico y electrolítico.** Los estrógenos y progesterona aumentan la concentración de aldosterona favoreciendo la retención del sodio y otros minerales que aumentan el agua corporal; **Aparato excretor.** Aumenta la frecuencia de excreción urinaria; **Sistema gastrointestinal.** El tránsito intestinal aumenta; **Aparato respiratorio.** Reducción de la capacidad pulmonar, por elevación del diafragma.

**2-Cambios hormonales:** El mantenimiento de la gestación depende en gran parte de un equilibrio de las hormonas producidas por la madre, la placenta y el feto.

Una vez que el ovocito ha sido fecundado y comienza el desarrollo embrionario, el útero debe prepararse para el mantenimiento de la gestación. Hasta ese momento el cuerpo lúteo está produciendo progesterona pero necesita de una señal que impida su regresión e impida también la acción luteolítica de las prostaglandinas (Danilo, 1998).

La progesterona (sintetizada por el cuerpo lúteo) al disminuir el tono del miometrio, inhibe las contracciones uterinas, incrementa el desarrollo glandular y detiene el ciclo estral, evitando la liberación de gonadotropinas. Durante la gestación las concentraciones de estrógenos son bajas pero aumenta a medida que se alcanza el período final de la gestación y actúan en la preparación de la glándula mamaria para la lactación (Caravaca et al., 2003).

### MANEJO DE LA CERDA GESTANTE

El objetivo primordial que se busca en una cerda gestante es que lleguen al final de la gestación con el mayor número de fetos posibles y con un desarrollo adecuado que permita, después del parto, la máxima viabilidad de los lechones. Para ello es recomendable:

- Evitar temperaturas superiores a 30°C, humedades relativas al 30% y fotoperíodos cortos.
- Alojar a la cerda gestante individualmente con una anchura suficiente y regulable.
- Que el bebedero y comedero estén separados y se le racione correctamente el alimento, cuidando los niveles de proteína, aminoácidos, minerales y vitaminas.
- Además es recomendable separar a los machos de las hembras (FAO, 1995).





## ETAPAS EN EL PROCESO DE GESTACIÓN

**1-Periodo de preimplantación:** Abarca las dos primeras semanas de gestación. Durante esta fase los cigotos se mueven libremente, al principio por el oviducto (3-4 días), y después por el útero. A los 5 días llegan al estado de mórula, midiendo aproximadamente 0,15mm. Posteriormente se forma el blastocisto, expandiéndose a continuación, de modo que a los 10 días mide 5mm de diámetro. Hacia los días 10-11 el blastocisto se asienta en el útero. El embrión surge de un disco de células especializadas situadas en el centro del blastocisto, mientras que las membranas placentarias derivan del resto de las células.

**2-Periodo embrionario:** Comprende entre la segunda y quinta semana de gestación. Supone la inmovilización de los embriones que se han ido situando espacialmente durante la fase de preimplantación uterina. La placenta se fija al endometrio y la masa embrionaria celular interna se transforma en un embrión de cerdo que se reconoce perfectamente a los 35 días alcanzando unos 3,5 cm. de longitud.

**3- Periodo fetal.** Transcurre desde el día 36 hasta el momento del parto. Aquí tiene lugar la diferenciación y desarrollo de los tejidos y órganos, de modo que conforme avanza la gestación, los fetos van incrementando su tamaño y peso. A los dos meses, el feto mide unos 11 cm. y pesa 60 gramos. A los 105 días, 25 cm. y 750 gramos y en los últimos días alrededor de los 100 gramos/día de peso (Buxadé, 1995).

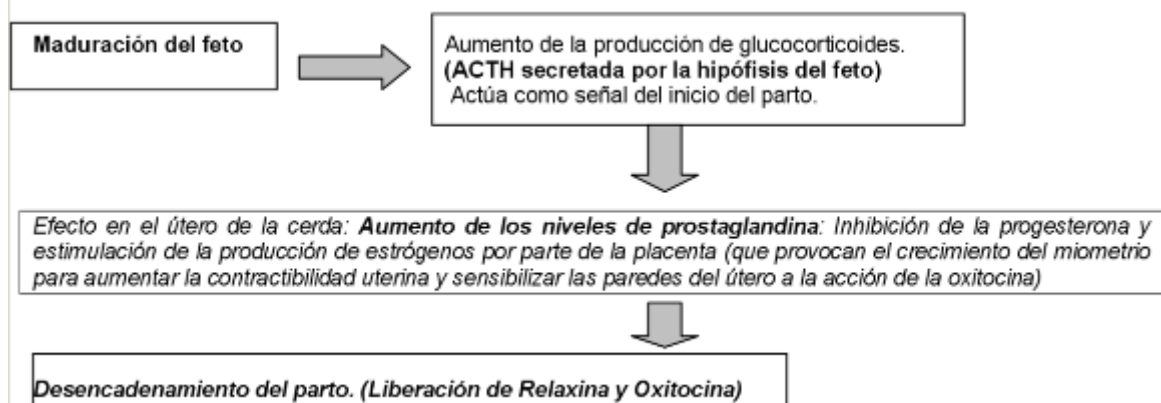
## MANEJO DE LA CERDA Y PRECAUCIONES ANTES DEL PARTO

- **1 semana antes:** La cerda debe ser desparasitada internamente. Es necesario el aumento del contenido de fibra en la ración y la disminución progresiva de la ración para evitar mamitis, estreñimiento y partos distócicos.
- **5 días antes del parto:** De 3 a 4 días antes del parto la cerda se debe llevar a la sala de partos. La preparación de los paritorios es también muy importante, éstos deben **mantener unas condiciones adecuadas de higiene.**

## DESENCADENAMIENTO DEL PARTO:

El desencadenamiento del parto se debe tanto a factores mecánicos y endocrinos por parte de la madre como de los fetos. En la imagen 2 se indica el esquema hormonal del parto.

**Imagen 2: Esquema hormonal del desencadenamiento del parto**



Fuente: Elaboración propia con datos de Senger P. L (1997)

## CARACTERÍSTICAS DEL INICIO DEL PARTO

- Inquietud creciente, aumento de la frecuencia respiratoria y de la temperatura rectal 12-24 horas antes del parto.
- Instinto de nidación, comienza a prepararse una cama.
- Hinchazón y enrojecimiento de la vulva.
- Hinchazón de las glándulas mamarias con aparición de gotas de calostro.



- Expulsión de líquido sanguinolento por la vulva.

## ETAPAS DEL PARTO

### 1- Etapa preparatoria (Dilatación del cérvix o cuello del útero)

Se producen las primeras contracciones de las paredes uterinas que van moviendo a los lechones desde los cuernos uterinos hasta el interior de la pelvis.

La cerda, en esta etapa, se muestra inquieta y parece tener molestia abdominal, pues se tumba y se levanta repetidas veces.

### 2- Etapa expulsión fetal

En el momento que el primer lechón llega al cérvix, se observan claramente las contracciones abdominales finales de expulsión. A nivel de la vulva aparece en primer lugar el alantoides, que se rompe y libera sus “aguas”, después del amnios, que se rompe igualmente, entonces se distinguen las patas del feto (o la cabeza) produciéndose su expulsión (Buxadé C. 1995). El intervalo medio entre lechón y lechón suele ser de 20 minutos. Es importante controlar el tiempo cuando atendemos partos para detectar problemas. La ayuda durante el parto consiste en la introducción de la mano en el canal vaginal desbloqueando al lechón atascado y ayudándolo a salir.

### 3-Etapa de expulsión de la placenta

La placenta es el resultado de la unión más o menos íntima entre el corión y la mucosa uterina. Está constituida por un grupo de membranas que rodean al feto y cumple diversas funciones: circulatoria, respiratoria, metabólica, endocrina, excretora y defensiva. Las contracciones uterinas continúan durante la expulsión de la placenta. La placenta suele ser expulsada después de cada lechón, fusionadas cuando pertenecen a un mismo cuello uterino o todas juntas dentro de las primeras cuatro horas después de la expulsión del último lechón. Un retraso en la expulsión de la placenta puede llevar a: fiebre posparto, metritis, etc.

## CONCLUSIONES

La productividad de una explotación porcina depende en gran medida de la eficiencia reproductiva; donde la edad de la cerda, las camadas por cerda y año, y la cantidad de días no productivos entre otros factores influyen considerablemente, por lo que con un buen estudio y cuidado de la gestación y parto de la cerda, podremos obtener producciones más rentables, más seguras, y de mayor calidad.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la oportunidad que se nos ha prestado de poder participar en esta actividad como complemento a nuestra formación académica. Agradecemos también a la profesora María Alvir Morencos su dedicación y motivación a la hora de impulsarnos a realizar el trabajo, así como su colaboración como tutora.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buxadé C. (1995) Porcinocultura intensiva y extensiva, Págs.100-112.  
Buxadé C. (2001) Producción porcina: Aspectos clave. Editorial MUNDI-PRENSA  
Caravaca F. et al (2003) Bases de la Producción Animal, Págs.100-113.  
Danilo J. (1998) Producción porcina. Editorial EUNED, Págs.77-80.  
ECAG (Escuela Centroamericana de Ganadería) 2006 [http://www.ecag.ac.cr/revista/ecag45/ecag45\\_42.html](http://www.ecag.ac.cr/revista/ecag45/ecag45_42.html). Consultado: 4Diciembre 2009  
FAO (1995) Manual de Sanidad Animal <http://www.fao.org/docrep/t0690s/t0690s00.htm#Contents>. Consultado: 4Diciembre 2009  
Garde J., Gallego L. (1996) Nuevas técnicas de Reproducción Asistida aplicadas a la Producción Animal Colección Estudios, Págs.35-37.  
IMPORT-VETSA (2004): <http://www.avparagon.com/docs/reproduccion/r-041104.pdf>. Consultado: 4Diciembre 2009  
Martinat – Botté F et al. (1998) Ultrasonography and reproduction in swine. Editorial INRA, Pág.62.  
Senger P. L (1997) Pathways to pregnancy and parturition. Págs.192-213.  
Williams S. (2001) Ultrasonografía reproductiva en producción porcina. Revista Analecta Veterinaria; Vol.21, Págs.50-56.  
[http://mundopecuario.com/tema249/reproduccion\\_cerdos/parto\\_cerdas-1461.html](http://mundopecuario.com/tema249/reproduccion_cerdos/parto_cerdas-1461.html) . Consultado: 4Diciembre 2009



## VARIABILIDAD GENÉTICA DE LAS POBLACIONES DE *Ulmus glabra* HUDSON DEL SISTEMA CENTRAL

Bascuñana, Susana

Tutora: Sánchez-Yélamo, M<sup>a</sup> Dolores

Dpto. de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

E-mail: susana.bgonzalez@alumnos.upm.es

### RESUMEN

*Ulmus glabra* Hudson (olmo de montaña) es una especie arbórea propia del ambiente forestal montano de distribución típicamente euroasiática. En España se encuentra fundamentalmente en las montañas del norte, especialmente en el Pirineo catalán y en Cantabria; siendo poco abundante en el resto de la península Ibérica. En el Sistema Central existen escasas poblaciones que suelen aparecer como pies aislados o formando pequeños grupos de escaso número de individuos. Como parte de un proyecto más amplio, en el presente trabajo se ha llevado a cabo la caracterización de las poblaciones de olmo montano recolectadas a lo largo del Sistema Central, desde el norte de la Comunidad de Madrid hasta Cáceres, con el objetivo de comprobar la variabilidad genética tanto inter- como intrapoblacional mediante análisis isoenzimáticos en geles de poliacrilamida y almidón. Mediante esta última metodología se resolvieron un total ocho *loci* que expresaron un total de veinte alelos de los que se obtuvieron sus respectivas frecuencias. En ambos casos se llevaron a cabo análisis de agrupamientos (UPGMA) que generaron los respectivos dendrogramas. El análisis cualitativo de las bandas enzimáticas desarrolladas en geles de poliacrilamida indica diferencias a nivel poblacional, y la distribución de las muestras en el dendrograma concuerda con la distribución geográfica de las poblaciones estudiadas siguiendo su rango geográfico en la Cordillera. La mayor diversidad se encuentra en las poblaciones de la provincia de Ávila así como en la población de Rozas de Puerto Real (Madrid), geográficamente cercana.

**Palabras clave:** biodiversidad de olmo montano, conservación, isoenzimas

### INTRODUCCIÓN

Una de las especies de olmo que habita de forma natural en la península Ibérica es el olmo de montaña (*Ulmus glabra* Hudson). Preferentemente se desarrolla en montañas de la mitad norte en el Pirineo catalán y Cantabria (Ruiz de la Torre, 2006), alcanzando por el Este hasta las Sierras de Cazorla y Segura. Su hábitat son los bosques mixtos de hayedos y abetales; a orillas de los ríos, mezclado con robles, tilos, arces y pinos silvestres. En el Sistema Central las poblaciones son muy escasas y aparecen como pies aislados o formando pequeños grupos de escaso número de individuos. Su madera es de excelente calidad, y debido a su rápido crecimiento, ha sido muy utilizada a lo largo de los años. De unos años a esta parte, los olmos se han visto afectados por una grave enfermedad, la grafiosis, que ha provocado una muy drástica disminución de los olmos en todo el mundo. Se trata de una enfermedad procedente de Asia que se introdujo en Europa detectándose en España a principios de la década de los 80. Es provocada por el hongo *Ceratocystis ulmi* y es transmitida por el coleóptero *Scolytus scolytus*. En la Comunidad de Madrid existen tan solo cuatro poblaciones: una en las estribaciones occidentales de la Sierra de Guadarrama, dos en la parte central de esta Sierra y una más en Somosierra en el conocido Parque Natural del Hayedo de Montejo (Gómez Manzaneque, 1988; Génova & Rossignoli, 2001 y Rossignoli & Génova, 2003). El olmo de montaña figura en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres de la Comunidad de Madrid (Decreto 18/1992 de 26 de marzo) con la categoría “Sensibles a la alteración de su hábitat” en la que se incluyen aquellas especies cuyo



hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.

Enmarcado en un proyecto más amplio sobre el análisis del estado de conservación de las poblaciones del Sistema Central con objeto de identificar las principales amenazas para su supervivencia, el trabajo que aquí se presenta tiene como objetivo principal conocer la relación genética que guardan entre sí las distintas poblaciones a estudio, utilizando para ello marcadores moleculares como son los isoenzimas. Tal objetivo se ha llevado a cabo analizando los patrones electroforéticos obtenidos mediante técnicas cuya eficacia se ha demostrado en otros trabajos de caracterización de material vegetal.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Material vegetal.** Se colectaron hojas completamente desarrolladas de ejemplares adultos de poblaciones de *Ulmus glabra* distribuido por el Sistema Central en poblaciones pertenecientes a las provincias de Madrid, Ávila, Segovia y Cáceres (Tabla 1).

**Tabla 1. Poblaciones de *Ulmus glabra* estudiadas. En cada caso se indican las coordenadas y el número de individuos.**

Población	Abreviatura	Coordenadas geográficas		Altitud (m)	Nº de individuos
		UTM X	UTM Y		
1-Becerril (Segovia)	BEC	30 469012	4568259	1550	22
2-Navafría (Segovia)	NAV	30 429005	4541418	1500	14
3-La Morcuera (Madrid)	MOR	30 429473	4524183	1450	32
4-Cercedilla (Madrid)	CER	30 410876	4515356	1560	6
5,6-Iruelas_3 (Ávila)	IRU3	30 366816	4468595	1260	40
7-Iruelas_4 (Ávila)	IRU4	30 366674	4472110	900	7
8-Iruelas_7 (Ávila)	IRU7	30 367118	4472205	870	10
9-El Tiemblo (Ávila)	TIE	30 371586	4468317	1150	42
10-Rozas de Puerto Real (Madrid)	ROZ	30 372812	4463692	800	45
11-Casillas (Ávila)	CAS	30 366443	4464838	950	26
12-Piedralaves (Ávila)	PIE	30 355231	4467124	1070	7
13-Mombeltrán (Ávila)	MOM	30 327947	4459636	790	13
14-Mombeltrán_2 (Ávila)	MOM2	30 327878	4459699	760	8
15-Candeleda (Ávila)	CAN	30 308683	4449403	640	8
16-Aldeanueva de la Vera (Cáceres)	ALD	30 267986	4446248	700	10
17 y 18-San Martín deTrevejo (Cáceres)	STR	29 688224	4456085	818	29
					319

**Extracción y análisis de isoenzimas.** La extracción se realizó en morteros previamente enfriados en hielo macerando 1 g de hoja en 4 ml de tampón Tris-HCl, 0,01 M, pH 7,0, mercaptoetanol 0,1%, ácido ascórbico 0,05 M y Tritón X-100 al 0,1% añadiendo PVPP para eliminar los compuestos fenólicos. Tras centrifugar (12.500 rpm a 4° C durante 60 minutos), los extractos se congelaron a -20 °C hasta su uso. Las electroforesis se llevaron a cabo en geles de poliacrilamida en condiciones nativas (PAGE). Finalizados los recorridos electroforéticos los geles fueron teñidos con tinciones específicas para los respectivos sistemas enzimáticos. Con esta técnica se estudiaron siete sistemas enzimáticos, y en todos los casos se hicieron al menos dos repeticiones. Los análisis genéticos se llevaron a cabo en geles de almidón al 12% y se estudiaron 12 sistemas enzimáticos.

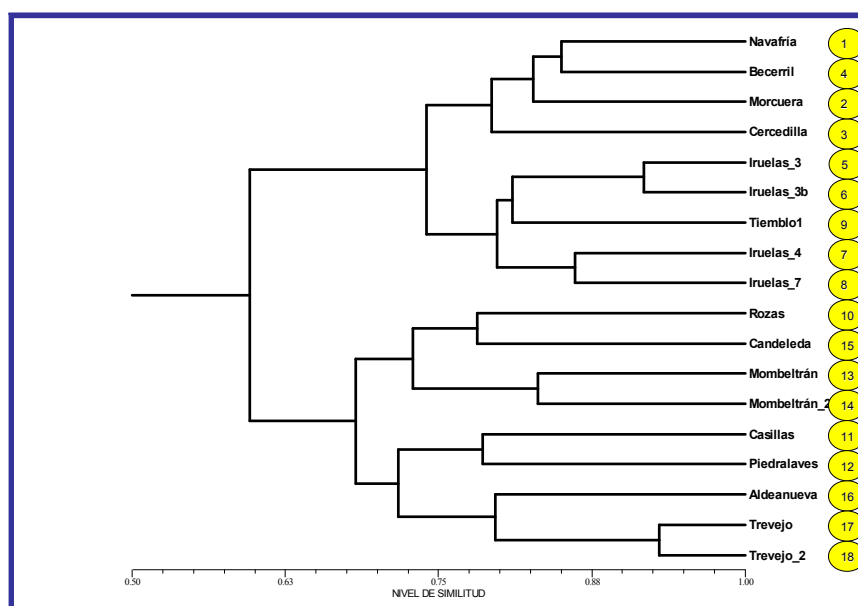


**Análisis de datos.** Con los resultados electroforéticos con ambas técnicas, se elaboraron las correspondientes matrices de datos, que fueron analizadas con el paquete de programas de Taxonomía Numérica NTSYS-pc ver. 2.2 (Rohlf, 2005). En el caso del análisis poblacional en conjunto, se obtuvo la matriz de similitud mediante el programa SIMQUAL. Utilizando el coeficiente de Dice, se llevó a cabo el análisis de agrupamientos mediante UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages) a partir del cual se originó el dendrograma. Asimismo, con los resultados obtenidos en geles de almidón, se elaboró una matriz con las frecuencias alélicas. Con el programa mencionado, pero en este caso con el coeficiente de Nei (1972), se obtuvo la matriz de distancias genéticas expresándolas gráficamente mediante su correspondiente dendrograma.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Sistema Central existen muy pocas poblaciones que abarcan un territorio desde el NO de la provincia de Segovia, al SE en la provincia de Cáceres. Son poblaciones muy pequeñas- integradas por pocos individuos, en general bastante jóvenes-, y bastante heterogéneas en cuanto a la edad de los mismos. Todos los sistemas enzimáticos estudiados en poliacrilamida dieron actividad, pero sólo PER, CO y SOD dieron patrones de bandas consistentes y repetitivas como para ser analizadas. Se contabilizaron 79 bandas distintas en el total de las muestras, y los enzimas expresaron un 82%, 85% y un 89,2% de polimorfismo respectivamente. El dendrograma obtenido por el método UPGMA utilizando el coeficiente de asociación de Dice se muestra en la Figura 1.

**Figura 1- Dendrograma que representa las relaciones entre las poblaciones estudiadas obtenido a partir de los patrones electroforéticos de isoenzimas en geles de poliacrilamida al aplicar el método UPGMA a la matriz de similitudes.**



se observa en general una disposición de las poblaciones en el dendrograma que concuerda de forma bastante aproximada con su distribución geográfica NE-SO a lo largo del Sistema Central.

En el análisis genético desarrollado en geles de almidón, de los doce sistemas solo cuatro, PGI, 6-PGD, MDH y PGM, manifestaron patrones lo suficientemente nítidos y repetitivos, tanto en número y en intensidad de las bandas, como para poder ser analizados en todas las muestras.

**Tabla 2- Indicadores básicos de variabilidad isoenzimática para las poblaciones estudiadas.**



**N:** número de individuos de la población; **nPj:** número de *loci* polimórficos; **P:** tasa de polimorfismo; **L:** número total de *loci*; **Ho:** heterocigosidad promedio observada; **He:** heterocigosidad promedio esperada; **A:** número promedio de alelos por *locus*; **Ae:** número efectivo de alelos por *locus*. (\*) Sólo en los enzimas PGI, 6PGD y MDH

POBLACIÓN	N	nPj	P	L	Ho	He	A	Ae	
ROZ	45	6	0,750	8	0,5909	0,3612	2,25	1,75	
BEC	22	4	0,500	8	0,5556	0,2423	1,75	1,52	
MOM 1	13	6	0,750	8	0,5882	0,2971	2,13	1,59	
MOM 2	8	5	0,625	8	0,6923	0,3320	2,13	1,75	
PIE	7	5	0,625	8	0,6000	0,2490	2,13	1,48	
CER	6	5	0,625	8	0,7000	0,2769	2,13	1,61	
CAN	8	1	0,167	6(*)	0,1667	0,0508	2,33	1,07	
CAS	26	3	0,500	6(*)	0,4000	0,0909	1,67	1,14	
TIE	42	3	0,500	6(*)	0,3636	0,1311	1,83	1,21	
MOR	32	2	0,333	6(*)	0,4000	0,0966	1,67	1,18	
IRU 3	40	2	0,333	6(*)	0,4444	0,0515	1,50	1,07	
IRU 4	7	3	0,500	6(*)	0,2500	0,0850	1,50	1,11	
IRU 7	10	3	0,500	6(*)	0,3333	0,1631	1,67	1,25	
NAV	14	3	0,500	6(*)	0,2500	0,1168	1,50	1,17	
ALD	10	0	0,000	6(*)	0,0000	0,0000	1,00	1,00	
STR	29	4	0,667	6(*)	0,3333	0,1947	1,83	1,34	
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>3,4375</b>	<b>0,492</b>	<b>6,75</b>	<b>0,4168</b>	<b>0,1712</b>	<b>1,81</b>	<b>1,33</b>	<b>MEDIA</b>

Se contabilizaron un total de 8 *loci* y 20 alelos de los que se calcularon sus frecuencias alélicas. Los *loci* polimórficos, así como la heterocigosidad y otros descriptores de la estructura genética de las poblaciones como son el número de alelos por *locus* y el número efectivo de alelos por *locus* se muestran en la Tabla 2. Los patrones electroforéticos que se obtuvieron sugieren una herencia disómica para cuatro *loci* en nuestro estudio, (*Pgi-1*, *Pgi-2*, *6Pgd-1* y *6Pgd-2*), y herencia tetrasómica para los otros cuatro *loci*, *Mdh-1*, *Mdh-2*, *Pgm-1* y *Pgm-2*.

### CONCLUSIONES

Se puede decir que aún mantienen un importante acervo génico común -y más diverso- las poblaciones más próximas hacia la zona más oriental de la provincia de Ávila, así como la población de Rozas de Puerto Real (Madrid), geográficamente cercana. Sin embargo aquellas poblaciones más alejadas de este núcleo principal, se encuentran en un grave riesgo de pérdida de diversidad. Serían, por tanto, estas últimas las que debieran ser tenidas en cuenta a la hora de establecer prioridades hacia posibles repoblaciones en futuros programas de conservación de la especie.

### AGRADECIMIENTOS

La parte experimental de este trabajo ha sido financiada gracias a un proyecto para apoyar líneas I+D de Grupos de Investigación de la UPM concedida por UPM Y CM (CCG07-UPM/AMB-1467)

### BIBLIOGRAFÍA

- Génova, M., Rossignoli, A. 2001. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, TRAGSA y SECF, Granada, 135-141.  
 Gómez Manzaneque, F. 1988. Studia Botanica, 7: 257-261.  
 Rohlf, F.J. 2005. NTSYS-PC: Version 2.2, Exeter Software, New York.  
 Rossignoli, A., Génova, M. 2003. Ecología 17: 99-121.  
 Ruiz de la Torre, J. 2006. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid.



## ESTUDIO DE LA TÉCNICA “DROPLET” EN LA CRIOCONSERVACIÓN DE MENTHA SPP.

Kremer, María Carolina

Tutores: González-Benito, María Elena <sup>1</sup>; Martín, M<sup>a</sup> Carmen <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal. E.U.I.T.. Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>2</sup>Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: mc.kremer@alumnos.upm.es

### RESUMEN

La crioconservación es una técnica utilizada para la conservación a largo plazo de germoplasma de plantas, en la que se utilizan temperaturas ultra-bajas (-196°C; por inmersión en nitrógeno líquido). Se utiliza en aquellas especies de propagación vegetativa o de genotipos que no producen semillas viables, como es el caso de algunos híbridos de menta (*Mentha* spp.). Diversas técnicas han sido desarrolladas para la crioconservación de genotipos de menta. En este estudio se compararon dos procedimientos diferentes de crioconservación utilizando la técnica de vitrificación “droplet” (Senula *et al.*, 2007), en ensayos realizados en el banco de germoplasma del Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research de Alemania (IPK), donde se realiza una pre-aclimatación al frío de los explantos con temperaturas alternas (-1/25°C) previamente a su crioconservación. Los resultados indican que cada genotipo de menta responde de manera diferente ante procedimientos similares de la técnica, por lo que se deben adaptar los protocolos a cada uno de estos para maximizar su regeneración.

**Palabras clave:** crioconservación, “droplet”, *in vitro*

### INTRODUCCIÓN

Dentro de las técnicas utilizadas para la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos se encuentra la crioconservación, donde diferentes tipos de tejidos, células y órganos de la planta, incluyendo suspensiones celulares, polen, cultivos embrionarios, embriones somáticos, ápices o meristemos (González-Benito *et al.*, 2004) son almacenados en nitrógeno líquido (NL) a temperaturas ultra-bajas (-196°C) en pequeños volúmenes, protegidos de contaminaciones y requiriendo un escaso mantenimiento (Engelmann, 2004). Para lograr una alta supervivencia después del enfriamiento a temperaturas ultra-bajas es imprescindible evitar la cristalización del agua durante el proceso. Uno de los posibles procedimientos a utilizar es inducir una deshidratación celular con productos químicos crioprotectores como sulfóxido de dimetilo (DMSO) combinado con azúcares, glicerol o polietilenglicol (Towill, 2002) y posteriormente se realiza un enfriamiento muy rápido logrando la vitrificación de las soluciones intra- y extracelulares.

Varias técnicas han sido desarrolladas para crioconservación de menta: enfriamiento controlado (Towill, 1988), vitrificación (Towill, 1990), encapsulación-vitrificación (Hirai y Sakai, 1999), encapsulación-deshidratación (Hirai y Sakai, 1999; Sakai *et al.*, 2000), y vitrificación “droplet” (Senula *et al.*, 2007). Sin embargo no todos los genotipos de menta responden de manera similar ante las diferentes técnicas de crioconservación y pequeños cambios en los procedimientos podrían explicar las tasas de supervivencia diferentes.

En este estudio se compararán combinaciones de diferentes procedimientos claves de la técnica “droplet”, para determinar el óptimo para algunos genotipos conservados en el banco de germoplasma de menta del IPK. Una parte fundamental de este procedimiento es la aclimatación al frío con temperaturas alternas (-1/25°C, 8 h de oscuridad/16 h luz, respectivamente) lo cual incrementaría la supervivencia de las plantas después de su crioconservación (González-Benito, 2004).



## MATERIAL Y MÉTODOS

### Material vegetal

Se utilizaron ápices de plantas cultivadas *in vitro* de *Mentha* sp. (Men145), *Mentha x longifolia* L. (Men147) y *Mentha x piperita* L. (Men 186 y Men 198) mantenidas en dos condiciones de crecimiento (10°C y 2°C) con subcultivos anuales. El medio empleado para su multiplicación fue MS (Murashige y Skoog, 1962) suplementado con sacarosa al 3% y 1% de agar. Se cultivaron segmentos nodales en el mismo medio de crecimiento incubados a temperaturas alternas de aclimatación al frío (-1°/25°C, 8 h oscuridad/16 h luz). Después de dos a tres semanas de cultivo se extrajeron los ápices de los brotes axilares (1-2 mm) (Fig. 1), se precultivaron en 2 ml de solución MS + 10% de sacarosa y se incubaron durante una noche a 22-25°C con 16 h de fotoperiodo.

**Figura 1. Ápices extraídos de segmentos nodales de Men 198.**



### Crioconservación

Tras el precultivo los ápices fueron transferidos a una placa Petri con 2 ml de solución de carga (medio MS líquido + 0,4 M de sacarosa + 2 M glicerol), sobre dos discos de papel de filtro y mantenidos durante 2 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, los ápices fueron deshidratados en una placa Petri con 2 ml PVS2 (MS + 30% p/v glicerol + 15% etilenglicol + 15% DMSO+ 0.4 M sacarosa) en dos discos de papel de filtro por 20 min a temperatura ambiente o por 30 min a 0°C. A continuación cada ápice se colocó en una gota de 2 µl de PVS2, sobre una tira de papel de aluminio (25 x 5 x 0,03 mm, Fig. 2a), con 10 ápices por tira. Una o dos tiras se colocaron en un criovial vacío o en uno lleno de NL. Los crioviales fueron cerrados e introducidos directamente en el NL (Fig. 2b). Tras una hora los crioviales se sacaron del NL y fueron rápidamente introducidos en un baño de agua caliente a 40°C durante 3-5 seg (Fig. 2c), seguido de la adición de 1 ml de solución de lavado (medio MS líquido + 1,2 M de sacarosa) en el interior del criovial. El contenido de los crioviales fue vertido en una placa de Petri con 2 ml de solución de lavado, las tiras de papel de aluminio se retiraron y los explantos fueron incubados en esta solución a temperatura ambiente durante 20 min. Finalmente los explantos fueron cultivados en medio de recuperación (MS + 3% de sacarosa + 0,5 mg/l 6-γ-γ-(dimetilalilamino)-purina + 0,1 mg/l ácido naftalén-acético + 1% de agar) y mantenidos en oscuridad durante 2 días, y luego pasados a 22-25°C y 16 h de fotoperiodo. Los tratamientos fueron combinaciones de los dos períodos y condiciones de incubación de los ápices en PVS2 y la forma en que fueron introducidos en el NL (criovial vacío o lleno de NL).

Para simplificar el análisis de los resultados los tratamientos realizados fueron llamados:

A: Incubación en PVS2 durante 20 min a temperatura ambiente, control sin inmersión en NL.

B: Incubación en PVS2 20 durante min a temperatura ambiente e inmersión de ápices al NL en tira de aluminio colocada en un criovial vacío.

C: Incubación en PVS2 durante 20 min a temperatura ambiente e inmersión al NL en tira de aluminio colocada en un criovial lleno de nitrógeno líquido.

D: Incubación en PVS2 durante 30 min en hielo (0°C), control sin inmersión en NL.

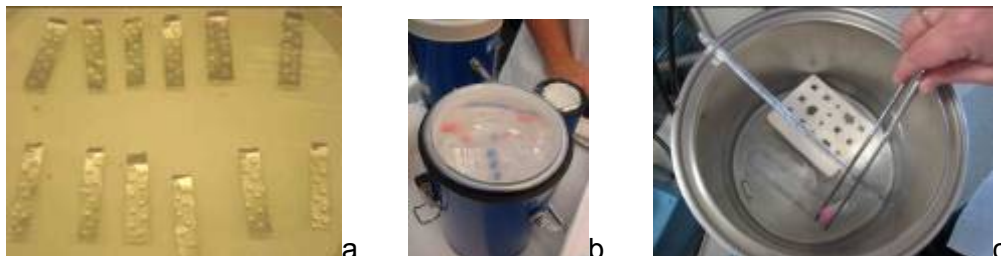
E: Incubación en PVS2 durante 30 min en hielo (0°C), e inmersión a NL en tira de aluminio colocada en un criovial vacío.





F: Incubación en PVS2 durante 30 min en hielo (0°C), e inmersión a NL en tira de aluminio colocada en un criovial lleno de NL.

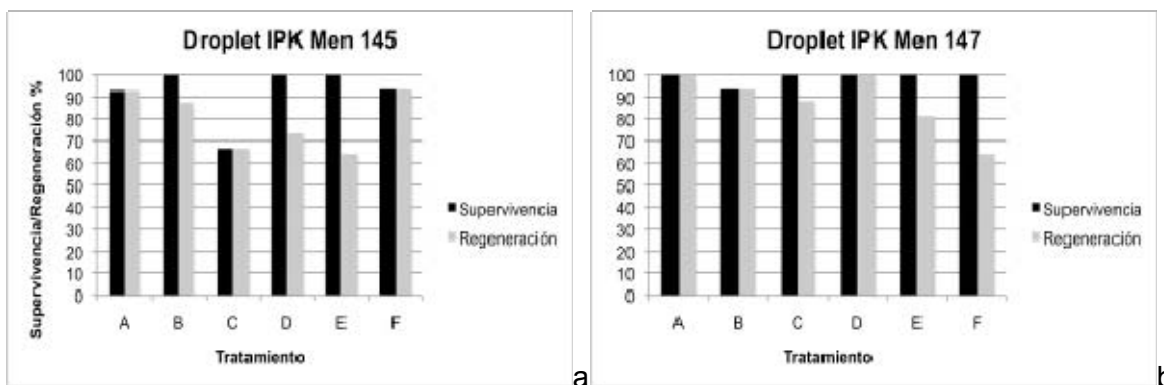
**Figura 2. a) Tiras de papel aluminio con gotas de PVS2; b) Crioviales sumergidos en nitrógeno líquido; c) Calentamiento de los crioviales en baño de agua.**



## RESULTADOS

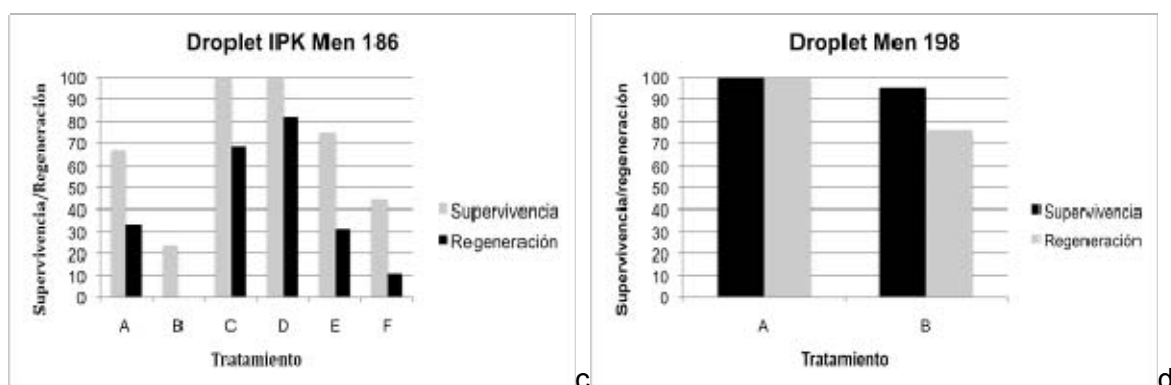
Los resultados se evaluaron semanalmente, observando la supervivencia y regeneración de los explantos tal como lo describen Senula *et al.* (2007). En Men 145 (Fig. 3a) la supervivencia fue de un 100% tanto en 20 min PVS2 a temperatura ambiente como en 30 min PVS2 a 0°C, ambos en tubo lleno de NL (“B” y “E” respectivamente). Sin embargo, se observa que utilizando 30 min a 0°C con tubo lleno de NL (“F”), tanto la regeneración como la supervivencia fue de un 93%, indicando que el 100% de los ápices se desarrollaron normalmente, sin formación de callo. En Men 147 (Fig. 3b) la supervivencia en casi todos los tratamientos fue de un 100%, y la regeneración más alta se obtuvo cuando los ápices fueron tratados 20 min en PVS2 a temperatura ambiente y se introducen en el NL en un tubo vacío (93%, “B”, Fig. 3b). En Men 186 (Fig. 4a) el mejor resultado tanto en supervivencia como en regeneración, con un 100% y 68% respectivamente, se obtuvo en aquellos ápices tratados 20 min en PVS2 a temperatura ambiente e introducción en el nitrógeno líquido en un tubo lleno de NL (“C”). En Men 198 (Fig. 4b) sólo se realizó el procedimiento “A” y “B” dando una supervivencia del 76% y un 95% de regeneración.

**Figura 3. Porcentaje de supervivencia y regeneración de explantos de Men 145 (a) y Men 147 (b) en las diferentes combinaciones de los procedimientos en la técnica “droplet” tras un mes de su criopreservación.**





**Figura 4. Porcentaje de supervivencia y regeneración de explantos de Men 186 (a) y Men 198 (b) en las diferentes combinaciones de los procedimientos en la técnica “droplet” tras un mes de su crioconservación.**



## CONCLUSIONES

La técnica “droplet” desarrollada por el IPK permite lograr una excelente respuesta de diversos genotipos de *Mentha* ante su crioconservación. Según este estudio, todos los explantos tienen una alta tasa de regeneración en uno o más de los tratamientos realizados. Cada genotipo logra una regeneración máxima en diferentes tratamientos, por lo cual pequeños cambios podrían permitir maximizar el éxito de su crioconservación. En este caso, una incubación en PVS2 por 20 min a temperatura ambiente e inmersión al NL en un criovial vacío es el mejor para Men 145 (93%); 30 min en PVS2 a 0°C e inmersión en criovial lleno para Men 147 (93%) y 20 min en PVS2 a temperatura ambiente e inmersión en criovial lleno de NL para Men 186 (82%).

## AGRADEIMIENTOS

Gracias a la Acción COST 871 por financiar el estudio, y al proyecto AGL2007-65938-C02-01; al Dr. Joachim Keller, a las Dras. Angelika Senula y Elena González-Benito por su atención.

## BIBLIOGRAFÍA

- Engelmann, F. 2004. Plant cryopreservation: Progress and prospects. *In vitro Cellular Developmental Biology-Plant* 40:427-433
- González-Benito, M.E. Clavero-Ramírez, I. López-Aranda, J.M. 2004. Review. The use of cryopreservation for germoplasm conservation of vegetatively propagated crops. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2: 341-351.
- Hirai, D. Sakai, A. 1999. Cryopreservation of *in vitro*-grown axillary shoot-tip meristems of mint (*Mentha spicata* L.) by encapsulation-vitrification. *Plant Cell Report* 19: 150-155.
- Murashige, T. Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiolgia Plantarum* 15: 473-497.
- Sakai, A. Matsumoto, T. Hirai, D. Niino, T. 2000. Newly development encapsulation-dehydration protocol for plant cryopreservation. *CryoLetters* 21: 53-62.
- Senula, A. Keller, J. Sanduijav, T. Yohannes, T. 2007. Cryopreservation of cold-acclimated mint (*Mentha* spp.) shoot tips using a simple vitrification protocol. *CryoLetters* 28: 1-12.
- Towill L.E. 2002. Cryopreservation of Plant Germplasm Introduction and some Observations. En: Towill, L.E. Bajaj, Y.P.S. (eds). *Cryopreservation of Plant Germplasm. Biotechnology in Agriculture and Forestry II*. vol. 50. Springer. pp 3- 21.
- Towill, L.E. 1990. Cryopreservation of isolated mint shoot tips by vitrification. *Plant Cell Reports* 9: 178-180.
- Towill, L.E. 1988. Survival of shoot tips from mint species after short-term exposure to cryogenic conditions. *HortScience* 23: 839-841.



## ¿LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE LAS CONEJAS NULÍPARAS INFLUYE EN LA PROLIFICIDAD A SU PRIMER PARTO?

Rodríguez, María

Tutora: Rebollar, Pilar G.

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: maria\_rodriguez\_francisco@hotmail.com

### RESUMEN

El trabajo realizado ha consistido en estimar la composición corporal (CC) de 120 conejas nulíparas de 20 semanas de edad mediante Bioimpedancia y estudiar si ésta influye en la prolificidad a su primer parto. Todos los animales estuvieron alimentados *ad libitum* con un pienso comercial que cubría sus necesidades de crecimiento y gestación. Para el estudio se realizaron dos determinaciones de Bioimpedancia: una el día de la primera inseminación artificial, y otra el día del parto. La fertilidad (86.7%) y la prolificidad ( $9,38 \pm 2,97$  gazapos nacidos vivos y  $0,36 \pm 1,31$  gazapos nacidos muertos) fueron altas y características de las conejas nulíparas. En el momento del parto, el peso y el contenido estimado de humedad aumentaron ( $P < 0.0001$ ) y el contenido en proteína ( $P < 0.0001$ ), grasa ( $P < 0.01$ ) y energía ( $P < 0.0001$ ) descendieron. Todo ello debido a los cambios fisiológicos sufridos por los tejidos de la madre y los fetos en desarrollo. No se encontró correlación entre la prolificidad y la CC de las conejas nulíparas en el momento en que fueron inseminadas.

**Palabras clave:** *composición corporal, fertilidad, prolificidad*

### INTRODUCCIÓN

En producción cunícola, las hembras reproductoras comienzan su vida productiva cuando han alcanzado el 80% de su peso adulto y tienen en torno a los 4 meses de edad. Un inicio de actividad en buenas condiciones corporales influye en la capacidad en que estos animales afrontan una vida productiva más o menos larga. Mediante el análisis de impedancia Bioeléctrica (BIA) se mide la reducción de voltaje que se produce en un cuerpo cuando es atravesado por una corriente eléctrica. De manera que, el valor observado de la BIA en un animal con mayor contenido de grasa es mayor que el de un animal con mayor contenido de magro, ya que el tejido graso ofrece una mayor resistencia al paso de la corriente. Las reservas corporales que tiene una hembra cuando es inseminada influyen en su desarrollo ovárico y en el desarrollo embrionario temprano (Arias-Álvarez et al., 2010). Hembras multíparas demasiado delgadas o demasiado obesas a menudo presentan problemas de fertilidad y prolificidad, siendo eliminadas por su baja productividad (Castellini et al., 2006).

La prolificidad es el número de gazapos nacidos vivos y muertos del total de conejas que habiendo sido inseminadas, se quedan gestantes y paren. Sin embargo, no hay ningún estudio que haya correlacionado estos parámetros en conejas nulíparas. Por esta razón, y conociendo ambos parámetros, ¿podríamos esperar un mayor número de gazapos nacidos en hembras cuyo contenido en grasa es menor?, o lo que es lo mismo, ¿hay relación entre la composición corporal y los gazapos nacidos vivos o muertos? El objetivo de este trabajo ha sido estimar la CC de conejas nulíparas con el fin de poder responder a estas preguntas.



## MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 120 conejas de la especie *Oryctolagus cuniculus* alojadas en jaulas individuales en la granja experimental de los campos de prácticas de la E.T.S.I. de Agrónomos. La temperatura de la nave era de 25°C aproximadamente y se encontraban bajo un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. Disponían de alimento *ad libitum*, con el pienso comercial Cunimax A de Cargill S.A. España (16,3% Proteína Bruta, 2,7% Extracto Etéreo, 17% Fibra Bruta y 8,7% Cenizas, sobre materia seca). Las conejas que murieron o no quedaron gestantes en la inseminación (16 conejas) se eliminaron del posterior análisis.

Para la estimación de la CC se usó el aparato Quantum II (Model BIA-101, RJL Systems, Detroit, MI USA), que se conecta a dos pares de electrodos por los que discurre una corriente alterna suave (Frecuencia: 50 kHz, Intensidad: 425  $\mu$ A y 9 V). Con este aparato obtenemos valores de resistencia ( $\Omega$ ) y reactancia ( $\Omega$ ) del cuerpo a través del cual pasa la corriente. Mediante la siguiente expresión conocemos el valor de la impedancia: [Impedancia = (Resistencia<sup>2</sup> + Reactancia<sup>2</sup>)<sup>1/2</sup>].

El análisis se llevó a cabo con dos medidas: una a las 20 semanas de edad de la coneja, correspondiente al día de la inseminación; y otra a las 24 semanas de edad, correspondiente al día del parto. Para estimar el contenido en humedad, proteína, grasa, cenizas y energía de las conejas en ambos tiempos se usaron las ecuaciones de Pereda et al. (2010) cuyas variables independientes se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Ecuaciones para estimar la Composición Química en conejas nulíparas mediante BIA según Pereda et al. (2010)**

Humedad (%)	$(120,62 \pm 10,04) + (-6,42 \cdot 10^{-7} \pm 7,92 \cdot 10^{-8})p^2 + (0,072 \pm 0,014)n^{\circ}p^2 + (-0,69 \pm 0,16)R + (0,0028 \pm 0,00072)R^2 + (-0,66 \pm 0,19)Xc + (0,010 \pm 0,003)Xc^2$
Proteína (%)	$(20,09 \pm 0,72) + (-7,30 \cdot 10^{-8} \pm 2,16 \cdot 10^{-8})p^2 + (0,54 \pm 0,23)R + (0,17 \pm 0,066)Xc + (-0,57 \pm 0,24)Bio$
Grasa (%)	$(-39,844 \pm 11,02) + (6,73 \cdot 10^{-7} \pm 8,70 \cdot 10^{-8})p^2 + (-0,067 \pm 0,016)n^{\circ}p^2 + (0,57 \pm 0,18)R + (-0,0022 \pm 0,0008)R^2 + (0,61 \pm 0,21)Xc + (-0,0090 \pm 0,003)Xc^2$
Cenizas (%)	$(4,66 \pm 0,29) + (-2,9 \cdot 10^{-4} \pm 5,6 \cdot 10^{-5})p + (0,035 \pm 0,012)n^{\circ}p + (-0,0040 \pm 0,0014)R$
Energía kJ/100g	$(-1452 \pm 416,92) + (2,75 \cdot 10^{-5} \pm 3,29 \cdot 10^{-6})p^2 + (-3,03 \pm 0,59)n^{\circ}p^2 + (29,11 \pm 6,67)R + (-0,12 \pm 0,030)R^2 + (27,56 \pm 7,97)Xc + (-0,40 \pm 0,11)Xc^2$

p: peso coneja; n°p: número de parto; R: resistencia; Xc: reactancia; Bio: bioimpedancia ( $R^2 + Xc^2$ )<sup>1/2</sup>

La inseminación se llevó a cabo utilizando una mezcla heterospérmica de semen (0,5 ml), de los conejos de la misma granja experimental preparada con un diluyente de semen comercial (Cudil, Magapor S.A.). Se utilizaron 20  $\mu$ g de Gonadorelina sintética i.m. (Inducl GnRH, Lab. Ovejero S.L.) para inducir la ovulación. Se calculó la fertilidad como el n° de conejas preñadas/n° de conejas inseminadas x 100 y la prolificidad como el n° de gazapos nacidos vivos, muertos y totales de cada coneja.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS (1999). Mediante el procedimiento MIXED se analizó el efecto del tiempo sobre la evolución de la CC. El análisis de la correlación de la CC y la prolificidad se realizó mediante un procedimiento CORR únicamente en las conejas gestantes (104 conejas). En las tablas se muestran las medidas corregidas por mínimos cuadrados.



## RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestra la CC de las conejas en los dos tiempos estudiados.

**Tabla 2. Composición corporal estimada de conejas nulíparas a las 20 (Inseminación artificial) y a las 24 semanas de edad (Parto)**

	Inseminación	Parto	e.e.	P>f
Edad	20 sem	24 sem		
Nº de animales	104	104		
Peso coneja (kg)	4,08	4,45	0,04	0,0001
Humedad (%)	57,4	59,6	0,24	0,0001
Ceniza (%)	3,03	2,96	0,01	0,0001
Proteína (%)	17,9	17,5	0,03	0,0001
Grasa (%)	18,9	16,7	0,26	0,0045
Energía (Mj)	1235	1172	10,4	0,0001

e.e.: error estándar

Los resultados son similares a los descritos por De Mingo y Braña (2009) que también estudiaron la composición corporal en conejas nulíparas con este método. Se observaron diferencias significativas en cuanto al peso, que se deben principalmente a que en el último tercio de la gestación se produce el mayor desarrollo de las estructuras fetales, y a que además las conejas todavía no habían alcanzado su peso adulto en el momento de la inseminación. El contenido de humedad sufre un aumento significativo debido a la retención de agua en los tejidos de las hembras gestantes, así como a la cantidad de la misma que poseen las estructuras fetales. En las cenizas, se produce una reducción del porcentaje. Esto podría deberse a la disminución de la importancia en el crecimiento del tejido óseo (principal reservorio de fósforo y calcio) respecto al resto de tejidos, ya que la prioridad en este momento es el desarrollo de los fetos.

Si nos fijamos en la proteína y la grasa, se observa una disminución paralela. Ésta se asocia a la reducción en la ingesta de alimento los últimos días antes del parto, de manera que la coneja utiliza todas sus reservas procedentes del tejido adiposo y muscular para cubrir sus necesidades tanto de mantenimiento como de gestación. En cuanto a los valores de la energía, se aprecia también una disminución significativa a pesar del aumento de peso. Como hemos visto anteriormente, la grasa disminuye y la humedad aumenta, de manera que el incremento de peso se debe al agua que contienen las estructuras fetales, y al no tener poder calórico, el valor de la energía disminuye.

La fertilidad fue del 86,7% y la prolificidad fue de media  $9,38 \pm 2,97$  gazapos nacidos vivos y  $0,36 \pm 1,31$  gazapos nacidos muertos. Estos resultados son similares a los descritos en trabajos anteriores realizados con animales del mismo tipo (conejas nulíparas) en los cuáles tanto la tasa de ovulación como la receptividad siempre es elevada (Rebollar et al., 2009).

En la Tabla 3 se muestra la matriz de correlación entre la composición corporal y la prolificidad. El peso vivo de las conejas tiene correlaciones muy significativas con las variables de composición corporal. Son positivas en el caso de la energía bruta, la grasa y la humedad, y negativas en el caso de las cenizas y de la proteína bruta. Sin embargo, ninguno de estos componentes está relacionado con la prolificidad a primer parto. No se observa correlación ni con los nacidos vivos ni con los nacidos muertos en el primer parto. Dado que todas las hembras se alimentaron con el mismo pienso y se inseminaron a la misma edad y similar peso, su composición corporal también lo fue, obteniéndose así buenos resultados productivos y, a su vez, uniformes. En un futuro sería deseable estudiar si en animales con diferentes condiciones de alimentación y manejo podríamos predecir con este método la prolificidad que se va a obtener de ellos en su primer parto.

**Tabla 3. Correlación entre variables**

	Nacidos vivos	Nacidos muertos	Nacidos totales	Humedad	Cenizas	Proteína bruta	Grasa	Energía bruta
Peso	0,1437 0,146	-0,1011 0,307	0,1000 0,312	0,5625 +++	-0,9061 +++	-0,8636 +++	0,7078 +++	0,6583 +++
Nacidos vivos	-	-0,2444 0,012	0,9012 +++	-0,1188	-0,0934	-0,0324	0,1112	0,1086
Nacidos muertos		-	0,2001 0,042	0,0907	0,1198	0,1376	-0,0977	-0,0911
Nacidos totales			-	-0,0795	-0,0408	0,0288	0,0687	0,0791

+++ : P&lt;0,0001

### CONCLUSIONES

Tras la realización de este trabajo podemos concluir que existen cambios fisiológicos durante la primera gestación que modifican la composición corporal de las conejas nulíparas al primer parto. Sin embargo, la estimación de la composición corporal de las conejas nulíparas sometidas a condiciones de manejo y alimentación similares el día de su primera inseminación no nos sirve para predecir la prolificidad a primer parto.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado con el proyecto CICYT AGL 2008- 02283.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arias-Álvarez, M., García-García, R.M., Rebollar, P.G., Nicodemus, N. Millán, P., Revuelta. L., Lorenzo, P.L., 2010. Reproduction in Domestic Animals. Doi: 10.1111/j.1439-0531.2009.01528.x
- Castellini, C., Dal Bosco, A., cardinali, R. 2006. Reproduction, Nutrition and Dvelopment, 46, 195-204.
- De Mingo, A., Braña, A. 2009. Eds Pérez-Cabal M.A.y Rebollar P.G. II Congreso de estudiantes de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica. Eds Pérez-Cabal M.A.y Rebollar P.G. pág: 117-120.
- Pereda, N., 2010. Tesis Doctoral. UPM.
- Rebollar P.G., Pérez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias-Álvarez M., García-Rebollar P. 2009 Livestock Science, 121, 227-233.
- SAS 1999-2001. SAS 7. STAT User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. INC., Cary, NC.



## ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN MANZANAS Y PECES?

Melado, Ángela<sup>1</sup>; López, Isabel<sup>2</sup>

Tutores: Barreiro, Pilar<sup>1</sup>; Villarroel, Morris<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Rural, LPF-TAG. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: [angela.melado@upm.es](mailto:angela.melado@upm.es); [isalopez22@hotmail.com](mailto:isalopez22@hotmail.com)

### RESUMEN

Los desórdenes internos en frutas y el sufrimiento animal tienen en común que son difíciles de detectar desde el exterior con técnicas no invasivas ni destructivas. ¿Cómo hacer que las manzanas y los peces se expresen?. El análisis de imagen aplicado a la tomografía MRI y la evaluación de los patrones de manchas en la superficie de las escamas pueden aportar las claves. En ambos casos el análisis de texturas sobre imágenes en formato digital, y la aplicación de técnicas de análisis multidimensional constituye una metodología interesante tanto desde el punto de vista matemático como de aplicación.

**Palabras clave:** tomografía, análisis multidimensional, textura

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo nace como una propuesta de las técnicas de análisis de imagen empleado en muestras de fruta, mediante tomografía de Resonancia Magnética de Nuclear (MRN), a la determinación del sufrimiento animal, más concretamente a una especie de pez, la tilapia del Nilo GMT®, Swansee (*Oreochromis niloticus*).

Las técnicas de NMR permiten la determinación de la calidad interna de la fruta, ya que son técnicas no invasivas ni destructivas. Dentro de ésta, existen distintas aplicaciones, como es la tomografía de Resonancia Magnética de Imagen (MRI) (Barreiro et al., 2000).

Este trabajo surge como propuesta de filosofía de estudio, para comprobar si las técnicas de análisis de imagen, utilizadas para la determinación de daños internos, pueden ser aplicadas en otros campos, como es, en este caso, el del sufrimiento animal.

Mediante la aplicación de análisis de texturas a las imágenes digitales, así como de técnicas de análisis multivariante, es posible la determinación de daños internos en las manzanas. Esto mismo es lo que se ha aplicado a las tilapias, caracterizadas, en sus procesos de sufrimiento, por la aparición de bandas negras en lomo y cola cuando sufren estrés.

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### Manzanas:

Para el desarrollo del presente trabajo se han empleado 188 manzanas, pertenecientes a tres variedades distintas (Ascara2, Rebellón y Tempera), provenientes de la Estación Experimental de AulaDei (CSIC), en Zaragoza, seleccionadas debido a su susceptibilidad para el desarrollo de un trastorno interno denominado *watercore*. El *watercore* es un desorden fisiológico, que se caracteriza por presentar los espacios intercelulares llenos de fluido. Aunque la fruta afectada se puede consumir, su calidad disminuye, debido principalmente a los síntomas asociados: desarrollo de sabores alcohólicos, pardeamiento del corazón y roturas internas (Clark et al., 1998).

Las imágenes MRI de dichas muestras se tomaron en el CAI de Resonancia Magnética Nuclear, de la Universidad Complutense de Madrid, en un Bruker BioSpec 47/40.

**Peces:**

Se emplearon 24 tilapias del Nilo GMT®, Swansee (*Oreochromis niloticus*), provenientes de un ensayo llevado a cabo por la ETSI Agrónomos en colaboración con la Facultad de Veterinaria de la UCM, a las que se fotografió en el mismo día y procurando las mismas condiciones en cada foto, obteniendo imágenes en formato “.JPG”.

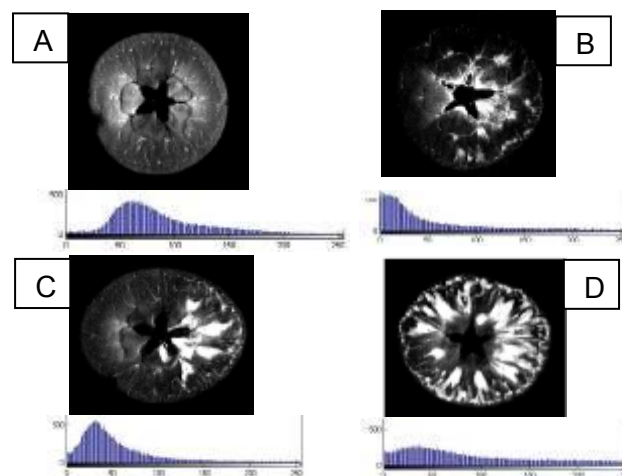
La **metodología** utilizada ha sido la misma para ambos grupos de imágenes, llevándose a cabo un análisis de imagen, mediante análisis de texturas, y un análisis multivariante basado en un análisis de componentes principales (PCA).

**Manzanas:**

Se obtuvieron imágenes MRI de las 188 manzanas, de las cuales 9 se desecharon, debido a su mala calidad.

A las 179 manzanas restantes, se les aplicó un análisis de imagen, que consistió en un análisis de texturas a partir de su histograma, empleando el software Matlab Mathworks Inc., con 256 niveles de gris. A partir de las imágenes y del histograma (Barreiro et al., 2000) se pudo estudiar el nivel de daño en las manzanas, agrupándolas así en cuatro grupos: manzanas sanas, manzanas con un ligero nivel de watercore, manzanas con watercore en un estadio inicial y manzanas con un nivel acusado de watercore (Figura 1).

**Figura 1: Imágenes MRI e histogramas de diferentes estadios de watercore. A. Manzana sana. B. Manzana con un ligero nivel de watercore. C. Manzana con watercore en estado inicial. D. Manzana con un acusado nivel de watercore.**



A partir de estas imágenes y de sus histogramas, se llevó a cabo un PCA, para el cual se utilizaron únicamente 254 niveles de gris, en lugar de 256, ya que se descartaron el nivel de blanco y de negro, en los que había saturación. Para este PCA, se definieron 20 variables (varianza de 99,99%).

**Peces:**

De la misma manera que se hizo con las manzanas, se analizaron las 24 imágenes formato .JPG de los peces.

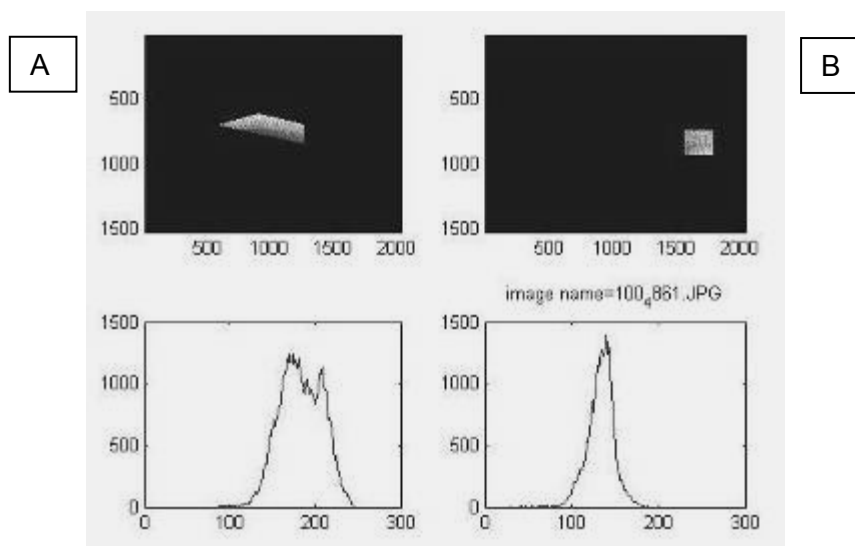
Las tilapias se caracterizan por la aparición de bandas de color más oscuro en la cola y el lomo cuando sufren estrés. Por lo tanto, la aplicación del análisis anterior a dichas imágenes, puede ser una manera de estudiar el nivel de sufrimiento animal.





En cada una de las imágenes se obtuvo una Región de Interés (Region of Interest o ROI) en el lomo y la cola (Du y Sun, 2004), justo en la zona donde más frecuentemente aparecen dichas manchas. De estas regiones, se obtuvo el histograma (Figura 2).

**Figura 2: A. ROI del lomo y su histograma. B. ROI de la cola y su histograma.**



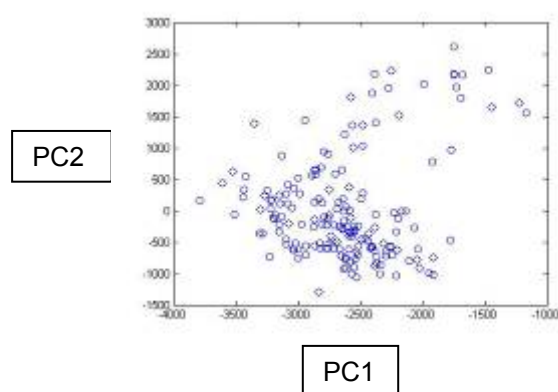
Después de esto, se realizó un PCA de las 24 imágenes e histogramas obtenidos, definiendo 12 variables (varianza de 99,99%).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Manzanas:

Se realizó el PCA con las 179 manzanas. Se tomaron 20 variables (Figura 3).

**Figura 3: PCA de las 179 manzanas y sus correspondientes histogramas.**



Como se puede observar, la mayor parte de las manzanas se encuentran agrupadas en una sola región, mientras que hay otras que se separan, lo cual indica que tienen un comportamiento diferente, presentando un 99,66% de varianza.

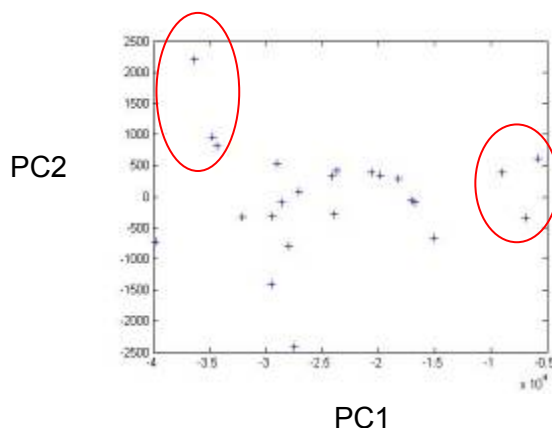
### Peces:

Se realizó el PCA con 12 variables, obteniéndose, en los primeros componentes mayor cantidad de información (mayor porcentaje de varianza explicada), mientras que en los últimos se vio que se tendía a la subliminalidad (menor porcentaje de varianza explicada).



Dado que el plano contiene el 99,74% de varianza, se pudo observar que la mayor parte de las imágenes de peces eran similares, pero había algunos distintos (Figura 4).

**Figura 4: Análisis PCA de 24 imágenes .JPG y sus correspondientes histogramas de 24 Tilapias del Nilo.**



Al igual que ocurre con las manzanas, se observa que la mayor parte de los peces se encuentran agrupados en una región, mientras que hay algunos separados, lo que indica que son diferentes.

### CONCLUSIONES

Mediante este trabajo se ha comprobado la viabilidad de la aplicación de métodos de análisis de imagen a diferentes problemas, difíciles de detectar desde el exterior, como puede ser, en este caso, problemas internos de las frutas y problemas de bienestar animal.

### AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestros tutores y toda la gente que, de una forma u otra, con su ayuda ha colaborado para que este trabajo saliera adelante. Muchas gracias a todos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Barreiro, P., C. Ortiz, et al., 2000. Magnetic Resonance Imaging 18(9): 1175-1181.  
Clark, C. J., J. S. MacFall, et al., 1998. Scientia Horticulturae 73(4): 213-227.  
Du, C.-J., D.-W. Sun, 2004. Trends in Food Science & Technology 15(5): 230-249.  
Puigcerver, M., 2007. Orsis 22, 2007 35-44  
Kodric-Brown, A., 1998. American Zoologist 1998 38(1): 70-81  
Van der Salm, A., Spanings F. et al., 2005. General and Comparative Endocrinology 144(1): 51-59



## ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO DE LA SECUENCIA DEL GENOMA DE *Rhizobium leguminosarum*: IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS GÉNICOS IMPLICADOS EN TRANSPORTE DE METALES

Burruezo, Silvia

Tutora: Brito, Belén<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: s.burruezo@alumnos.upm.es

### RESUMEN

La asociación *Rhizobium*-leguminosa constituye una de las interacciones planta-microorganismo más específicas y beneficiosas a nivel medioambiental debido a su capacidad promotora del crecimiento vegetal en condiciones de deficiencia de nitrógeno. Se sabe que la resistencia a las condiciones de stress del suelo es un factor clave para la competitividad y desarrollo de eficientes interacciones diazotróficas en bacterias endosimbióticas de leguminosas. La presencia de metales pesados en el suelo es una de estas condiciones de stress que más afecta a la eficiencia de la fijación de nitrógeno. Actualmente, se dispone de escasa información sobre los sistemas implicados en resistencia a metales pesados en estas bacterias. En este trabajo se ha analizado experimentalmente los niveles de resistencia a metales, como níquel y cobalto, en la colección de cepas de *R. leguminosarum* existente en el laboratorio y se ha realizado un estudio bioinformático de la secuencia del genoma de la bacteria endosimbiótica de leguminosas 3841 de *Rhizobium leguminosarum* con objeto de identificar sistemas génicos potencialmente implicados en el transporte y resistencia a metales pesados.

**Palabras clave:** simbiosis, níquel, cobalto

### INTRODUCCIÓN

Las bacterias endosimbióticas de la familia *Rhizobiaceae* (géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*) son capaces de fijar nitrógeno atmosférico y realizar su conversión en amonio mediante la acción de la enzima nitrogenasa (Verma *et al.*, 1992). El beneficio derivado de esta asociación simbiótica radica en la transferencia del nitrógeno amoniacal a la planta, lo que reduce la adición de fertilizantes nitrogenados, con los consiguientes beneficios agrícolas, económicos y medioambientales. Es por ello que las leguminosas constituyen cultivos imprescindibles para el consumo animal y humano, que además están siendo muy utilizados en planes de recuperación de suelos degradados.

La contaminación de suelos agrícolas por metales pesados procedentes de los lodos de depuradoras y residuos de actividades mineras o industriales es un grave problema medioambiental con efectos negativos muy significativos sobre la población microbiana del suelo (Giller *et al.*, 1998). Al mismo tiempo, algunos de estos metales son esenciales para el mantenimiento de las funciones celulares bacterianas. Por ello, los microorganismos han desarrollado diversos y sofisticados mecanismos de transporte y extrusión de metales. Estudios recientes han demostrado que la contaminación por metales pesados afecta a la actividad de las bacterias endosimbióticas de leguminosas y a su capacidad de fijación de nitrógeno (Chaudri *et al.*, 2000; Pereira *et al.*, 2006), si bien se dispone de escasa información sobre los sistemas implicados en la captación y resistencia a metales pesados en estas bacterias.

El objetivo general de la línea de investigación consiste en identificar y caracterizar sistemas génicos de la bacteria endosimbiótica *R. leguminosarum* 3841 que estén implicados en el aprovisionamiento de metales en el interior de la planta, así como en la



resistencia a los mismos con objeto de favorecer el establecimiento de simbiosis eficientes y la supervivencia bacteriana en condiciones de stress en el suelo. Dentro de este objetivo general, en este trabajo se abordan dos objetivos específicos. En primer lugar determinar los rangos máximos y mínimos de resistencia a níquel y cobalto en esta especie bacteriana y precisar los niveles de resistencia de la cepa 3841 para su uso en el estudio molecular de sistemas de homeostasis de estos metales. Como segundo objetivo específico se realizará una búsqueda bioinformática de sistemas génicos potencialmente implicados en el transporte y resistencia a metales en el genoma de la cepa 3841 de *R. leguminosarum*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Material biológico.** Para el trabajo se seleccionaron 34 cepas de *R. leguminosarum* de la colección de cepas del Laboratorio de Microbiología de la E.T.S. Ingenieros Agrónomos cuyos códigos son: UML2, UPM730, UPM789, UPM791, UPM844, UPM867, UPM868, UPM869, UPM915, UPM916, UPM1025, UPM941, UPM942, UPM944, UPM945, UPM947, UPM948, UPM949, UPM950, UPM958, UPM981, UPM1050, UPM1055, UPM1060, UPM1063, UPM1070, UPM1071, UPM1071, UPM1074, UPM1090, UPM1102, UPM1131, UPM1137, UPM1221. Esta última cepa corresponde con la cepa 3841 de *R. leguminosarum* de la cual se encuentra disponible la secuencia completa de su genoma.

**Medios de cultivo y condiciones de crecimiento bacteriano.** Los medios de cultivo utilizados para el crecimiento de las cepas de rizobios fueron YMB (Vincent, 1970) y TY (Beringer, 1974). El análisis de la resistencia a níquel y cobalto en las cepas de *R. leguminosarum* se realizó mediante siembra en placas de medio TY suplementadas con diversas concentraciones de  $\text{NiCl}_2$  y  $\text{CoCl}_2$ . Las placas se incubaron durante 7 días a 28° C. La capacidad de crecimiento en presencia de níquel y cobalto mediante el método de Kirby-Bauer (Bauer et al., 1966). Para estos ensayos se utilizaron cultivos en fase exponencial, los cuales se inocularon en profundidad en medio TY a una densidad final 0.04 ( $\text{DO}_{600}$ ). Sobre cada placa se depositaron 4 discos de 6 mm de diámetro embebidos con 15  $\mu\text{l}$  de: agua, 100 mM, 500 mM y 1 M  $\text{NiCl}_2$  o 10, 50 y 100mM  $\text{CoCl}_2$ . Las placas se incubaron a 28°C durante 48 hrs y se midió el diámetro (mm) de la zona de inhibición formada.

**Análisis bioinformático.** Para el análisis bioinformático de la secuencia del genoma de la cepa 3841 de *R. leguminosarum* se utilizó la plataforma RhizoBase <http://genome.kazusa.or.jp/rhizobase/> desarrollada por el Kazusa DNA Research Institute (Japón). Para la comparación de secuencias y búsqueda por similitud de secuencia nucleotídica o aminoacídica se utilizó la plataforma BLAST ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/); Altschul et al., 1990). El programa SOSUI (<http://bp.nuap.nagoya-u.ac.jp/sosui/>; Hirokawa et al., 1998) se empleó para el análisis de dominios de membrana y KEGG pathway (<http://www.genome.jp/kegg/>) para el análisis de rutas metabólicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de los niveles de resistencia a níquel y cobalto en una colección de cepas de *R. leguminosarum*.

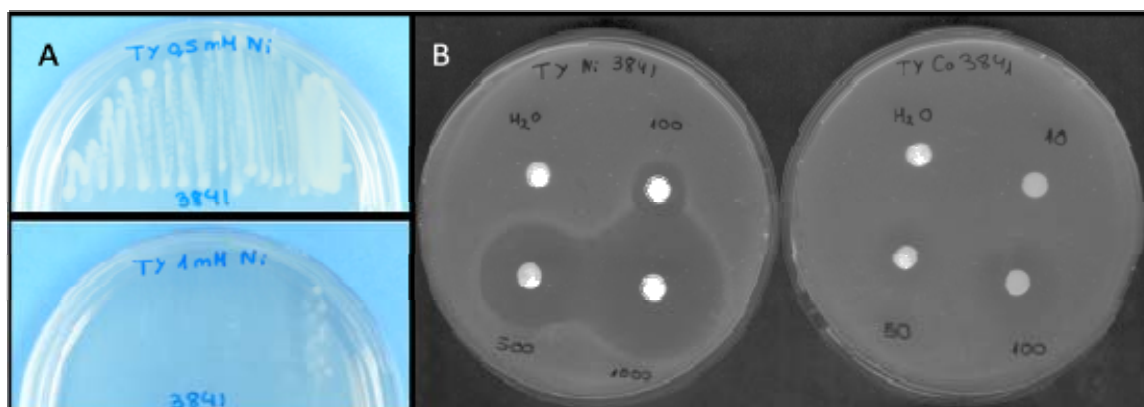
Se seleccionaron 34 cepas catalogadas como *R. leguminosarum* procedentes de diversas localizaciones geográficas y aisladas de los cuatro huéspedes potenciales de *R. leguminosarum*, guisante, lenteja, vicias y almortas, con objeto de determinar su nivel de resistencia a níquel y cobalto. Los ensayos de crecimiento en medio TY suplementado con cantidades crecientes de níquel y de cobalto revelaron que las concentraciones



mínimas inhibitorias de níquel en las cepas analizadas oscilan entre 0.5 y 2.5 mM (Figura 1A). La cepa UPM1137 fue una de las más resistentes a níquel creciendo óptimamente en concentraciones 1,5 mM  $\text{NiCl}_2$  y parcialmente en 2,0 mM con una CIM de 2,5 mM. Los resultados del crecimiento en medios suplementados con cobalto revelaron que las concentraciones mínimas inhibitorias a este metal oscilaban entre 0,3 y 0,5 mM  $\text{CoCl}_2$ . Todas las cepas crecieron a 0,2 mM y ninguna a 1 mM  $\text{CoCl}_2$ .

Con objeto de proporcionar un valor cuantificable de los niveles de resistencia a níquel y cobalto se utilizó el método de difusión en disco de Kirby-Bauer (Bauer *et al.*, 1966). En este ensayo, la difusión del metal depositado en el filtro a través del medio produce un gradiente de concentración que determina el crecimiento de las cepas en función de su nivel de resistencia al metal (Figura 1B). La medida de la zona de inhibición generada alrededor del filtro nos permitió cuantificar los niveles de resistencia a níquel y cobalto en la colección, siendo nuevamente la cepa UPM1137 la que presentó menores diámetros de zona de inhibición y, por tanto, una de las más resistentes a ambos metales, mientras que la cepa 3841 presentó unos niveles intermedios de resistencia.

**Figura 1. Medida de los niveles de resistencia a níquel y cobalto en *R. leguminosarum* mediante ensayos de crecimiento en placa (A) y difusión en disco (B).**



### **Análisis bioinformático del genoma de *R. leguminosarum* 3841 para la identificación de sistemas génicos potencialmente implicados en homeostasis a metales pesados.**

Para el análisis bioinformático de la secuencia del genoma de la cepa 3841 de *R. leguminosarum* se utilizó la plataforma RhizoBase. Esta base de datos proporciona el acceso a la mayoría de las secuencias de genomas de Rhizobiaceas y organismos diazotróficos afines disponibles en este momento y permite la búsqueda de secuencias por similitud o palabras claves. Además proporciona información sobre los contextos genómicos de genes de interés en ese organismo y permite el acceso a programas de análisis de secuencia nucleotídica y aminoacídica como BLAST, SOSUI y KEGG.

El genoma de la cepa 3841 de *R. leguminosarum* tiene descritos 4797 genes en su cromosoma y un total de 2539 repartidos en seis plásmidos de tamaño variable (Young *et al.*, 2006). La búsqueda de sistemas génicos potencialmente implicados en homeostasis a metales pesados partió con una recopilación de genes según su definición en la base de datos RhizoBase obtenidos mediante búsquedas por palabras clave relacionadas con homeostasis a metales. En la Tabla 1 se recoge el número de genes identificados en el genoma en cada búsqueda. Para todos los genes seleccionados se analizó su homología con sistemas de homeostasis (sistemas de entrada y salida de metales, etc...) y sus



contextos genómicos, con objeto de eliminar sistemas implicados en transporte de sustancias no relacionadas con metales. Como resultado de este análisis se seleccionaron 81 genes candidatos, de los cuales 65 se localizan en el cromosoma y el resto en plásmidos. Dado que algunos de los genes identificados son contiguos y probablemente pertenecientes al mismo operón, es lógico pensar que estén implicados en el mismo proceso. Así, el número final de sistemas génicos potencialmente implicados en homeostasis a metales se redujo a 48. En base a las similitudes de secuencias obtenidas, sólo seis sistemas (RL1175-RL1178; RL1350-RL1351; RL3518; RL4159; pRL90274) parecen estar claramente implicados en homeostasis de níquel y/o cobalto, y serán objeto de un estudio más detallado en un futuro.

**Tabla 1. Genes potencialmente implicados en homeostasis de metales que han sido identificados en el genoma de *R. leguminosarum* 3841**

Palabra clave	Nº genes identificados*	Nº genes seleccionados*
Nickel	1	1
Cadmium	1	1
Arsenic	2	1
Zinc	5	5
Cobalt	8	4
Copper	11	11
Resistance	19	7
Efflux	47	13
Cation	69	21
Transporter	885	40

\* Algunos genes pueden aparecer en dos búsquedas diferentes

## CONCLUSIONES

Se han analizado los niveles de resistencia a níquel y cobalto de una colección de cepas de *R. leguminosarum* identificándose la cepa UPM1137 aislada de suelos ultramáficos como la más resistente a estos metales, mientras que la cepa 3841 presenta unos niveles medios de resistencia. La búsqueda de sistemas génicos potencialmente implicados en homeostasis de metales en el genoma de *R. leguminosarum* 3841 ha permitido seleccionar 81 genes candidatos, de los cuales seis parecen estar específicamente implicados en homeostasis de níquel.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los integrantes del Laboratorio 251 y 271 del Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP) de la UPM el interés y la ayuda prestada en la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., and Lipman, D.J. (1990). J. Mol. Biol., 215: 402-410.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C., y Turck, M. (1966). Am. J. Clin. Pathol. 45: 493-496.
- Beringer, J.E., (1974). J.G. Microbiol., 84: 188-198.
- Chaudri, A.M. Celine, M., Allain, A., Barbosa-Jefferson, V.L., Nicholson, F.A., Chambers, B.J., McGrath, S.P., (2000). Plant Soil., 221: 167-179.
- Giller, K.E., Witter, E., McGrath, S.P., (1998). Soil Biol Biochem, 30: 1389-1414
- Hirokawa T., Boon-Chieng S., and Mitaku S., Bioinformatics, 14 378-9 (1998)
- Pereira, S.I.A., Lima, A.I.G., Figueira, E.M.D.A.P., (2006). Appl. Soil Ecol., 33: 286-293.
- Verma, D.P., Hu, A., y Zhang, M. (1992). Physiol. Plant. 85:253-265.
- Vincent, J.M., (1970). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Young, J.P., Crossman, L.C., Johnston, A.W.B., Thomson, N.R. y col. (2006). Genome Biol. 7: R34.



## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: REPERCUSIONES ECONÓMICAS Y ZOOTÉCNICAS DE LA DIRECTIVA DE LA UE 1999/74/EC EN LA AVICULTURA DE PUESTA

Sanz, Lucía; Saldaña, Beatriz

Tutores: Ovejero, Ismael

*Departamento de Producción Animal. E.T.S. Agrónomos. Universidad Politécnica*

*Correo electrónico: luchysp@hotmail.com, beatrixe85@hotmail.com*

### RESUMEN

Este trabajo es una revisión bibliográfica de lo estudiado y publicado sobre las consecuencias de la directiva de la Unión Europea 1999/74, referida a la avicultura de puesta, y un posterior análisis personal.

Se trata de un tema de gran interés en la actualidad dado que dicha normativa, surgida a raíz de las demandas por la sociedad de mejorar el bienestar animal en este sector, implica una modificación en las infraestructuras, y por lo tanto supone un reto para la adaptación de las granjas así como cambios a nivel económico y de manejo.

**Palabras clave:** *directiva 1999/74, costes de producción, bienestar animal*

### INTRODUCCIÓN

La Directiva 1999/74/EC sobre los estándares mínimos para el bienestar animal de las ponedoras establece que, a partir del 1 de enero del 2012, se prohibirá en la UE la explotación de las ponedoras en jaulas convencionales –o “no enriquecidas”-. A partir de esta fecha la explotación de ponedoras estará permitida tan solo en jaulas enriquecidas o empleando sistemas alternativos, como en corrales o al aire libre.

El UK Farm Animal Welfare Council, en 1992, define el bienestar animal por los siguientes cinco requisitos: Ausencia de hambre y sed, ausencia de discomfort térmico y físico, ausencia de dolor, lesiones y enfermedades, ausencia de temor y estrés, y libertad para desarrollar el comportamiento natural. La normativa europea parte de la base de que “mayor bienestar” es equivalente a mayores beneficios para el consumidor -ligándolo a seguridad alimentaria-, para el medioambiente -calificando los sistemas más extensivos de menos contaminantes-, y para los productores, que obtienen mayor renta por sus producciones (Fernández Poza, 2009).

En el presente estudio, compararemos los tres sistemas de explotación para las ponedoras, el de las jaulas convencionales, el de las jaulas enriquecidas y los sistemas alternativos. Esta comparación la llevaremos a cabo basándonos en sus diferencias de costes de producción y en cómo y en qué medida afectan al bienestar animal.

### JAULAS CONVENCIONALES

Desde la directiva 88/166/CEE (D.O.C.E. número L 74, de 19-Marzo-1988) se reguló el tamaño de las jaulas a 450 cm<sup>2</sup>/gallina, 10 cm de comedero y una altura mínima de 40 cm. Esta norma fue bien aceptada porque homologaba la oferta de todos los fabricantes. A partir del 1 de enero del 2003 y hasta el 1 de enero del 2012 el espacio mínimo por gallina es de 550 cm<sup>2</sup>, con 55 cm de fondo, manteniéndose los 10 cm de comedero.

En estas condiciones, según Ovejero y Buxadé (2009), por la densidad animal (aves/m<sup>2</sup>) permitida y la ausencia de material de cama, las temperaturas oscilan poco, tanto a lo largo del año (16-25°C) como a lo largo del día (variaciones de 4 o 5°C) y la humedad relativa está bien (45-55%). Todo esto nos lleva a una buena calidad del aire (no hay una concentración elevada de partículas en suspensión, hay bajas morbilidad y mortalidad, y alto índice de puesta) y se produce un buen oreo de la gallinaza.



Este tipo de jaulas ya no se instalan en la UE desde el 1 de enero del 2003, pero las anteriormente implantadas pueden usarse hasta el 1 de enero del 2012.

### JAULAS ENRIQUECIDAS Y SISTEMAS ALTERNATIVOS

En comparación con las jaulas convencionales, en las enriquecidas el espacio disponible ha aumentado. Las jaulas enriquecidas deben disponer, por lo menos, de 750 cm<sup>2</sup> por gallina (un aumento del 36%), así como una altura mínima de 45 cm, 12 cm de comedero y 63 cm de fondo y contener un nidal, baño de arena u otro material, aseladero y un dispositivo para el limado de uñas.

La base de los sistemas alternativos es que las gallinas se acomoden en el suelo. En el sistema alternativo descrito en la Directiva de la UE cada gallina debe disponer de 1100 cm<sup>2</sup> de superficie, con parte de la misma cubierta de yacija y han de existir suficientes ponederos y aseladeros.

### COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS

A continuación presentamos una comparación entre los costes de producción de huevos obtenidos a partir de los tres sistemas diferentes anteriormente explicados.

Las conclusiones principales en referencia a la mano de obra y la inversión necesarias de los diferentes sistemas de puesta están reflejadas en la tabla 1. Resulta evidente que el aumento de espacio asignado por ave reducirá la densidad de población en el gallinero y, en consecuencia, las inversiones por alojamiento y equipamiento aumentarán.

**Tabla 1. Mano de obra e inversión necesarias en los diferentes sistemas de puesta (basados en la situación de Holanda y con un 19% de IVA incluido en los precios).**

	Tipo de alojamiento		
	Jaula convencional	Jaula enriquecida	Aviario
<b>Trabajo:</b>			
nº de aves/trabajador	50.000	45.000	35.000
<b>Gallinero:</b>			
Densidad, gallina/m <sup>2</sup>	24	17	18
Superficie/edificio, m <sup>2</sup> brutos	2.312	3.017	2.104
<b>Inversión:</b>			
alojamiento+inventario, €/ave	22,5	30,9	26,8

Fuente: Van Horne (2006)

Para una nave de 100.000 ponedoras el incremento de las dimensiones de la nave es del 57%, de 12.700 m<sup>3</sup> a 20.000 m<sup>3</sup>. Con la Directiva en vigor nuestras naves cuestan un 20% más por cada m<sup>3</sup> por mayor equipamiento (Galarza Celaya, 2007).

La mayor diferencia respecto a la jaula convencional es el mayor consumo de pienso, causado por una menor densidad, y por lo tanto mayor necesidad de energía para la regulación térmica, y por un mayor nivel de movimiento. Además, la disminución de densidad tiene consecuencias negativas en el coste de mantenimiento y manejo, debido a que cuesta más ventilar y calentar la nave (tabla 2).





**Tabla 2. Costes de producción de los sistemas de alojamientos para ponedoras (basados en la situación en Holanda y con el IVA incluido en los precios).**

	Tipo de alojamiento		
	Jaula convencional	Jaula enriquecida	Aviario
<b>Coste/gallina alojada, €</b>			
pollita, 17 semanas	3,10	3,10	3,35
pienso	8,47	8,84	8,83
costes variables	0,69	0,71	1,06
alojamiento	2,81	3,82	3,24
mano de obra	0,98	1,09	1,37
gastos generales	0,30	0,33	0,42
venta de las gallinas viejas	0,29	0,29	0,34
<b>Coste total</b>	<b>16,06</b>	<b>17,59</b>	<b>17,94</b>
<b>Coste total/huevo, céntimos de €</b>	<b>4,81</b>	<b>5,27</b>	<b>5,68</b>
<b>Coste total/kg, €</b>	<b>0,77</b>	<b>0,84</b>	<b>0,91</b>
<b>Aumento sobre 550 cm<sup>2</sup>/ave, %</b>	<b>-</b>	<b>9,60</b>	<b>17,9</b>

Fuente: Van Horne (2006)

Si comparamos el coste de producción de las jaulas convencionales con las jaulas enriquecidas, el resultado es un 9,6% más elevado para las jaulas enriquecidas y si comparamos el coste de las tradicionales con los aviarios, es un 17,9% mayor para el aviario.

La implantación de elementos como la yacija para el baño y la lima de uñas introduce en la explotación suciedad y trabajo, afectando a la temperatura, humedad, calidad del aire, al peor oreo de la gallinaza, aumento de subproductos y emisiones malolientes (Ovejero y Buxadé, 2009) (tabla 3).

**Tabla 3. Concentraciones medias en los diferentes alojamientos y sus respectivas emisiones a la atmósfera. Datos medios de varios países (Dinamarca, Reino Unido, Alemania y Holanda).**

	Jaula			Aviario		
	Polvo inhalable	Polvo respirable	NH <sub>3</sub>	Polvo inhalable	Polvo respirable	NH <sub>3</sub>
Concentración (mg/m <sup>3</sup> )	1,23	0,14	6,38	5,33	0,84	21,03
Emisión (mg/h/500Kg de PV)	636,3	78,25	3425,5	3080,67	595,33	9276,33

Fuente: Wathes (1999)

El aumento de la longitud de comedero, de 10 a 12 cm/ave, hace que jueguen con el pienso, levantando más polvo, y el aumento de la superficie disponible y de la altura de las jaulas facilita la aparición de posibles problemas de picaje. En definitiva, mayor número de enfermedades y lesiones, con el consecuente tratamiento con medicamentos (tabla 4).

**Tabla 4. Salud de las aves, bienestar y calidad del huevo en los distintos sistemas.**

CRITERIO		Jaula convencional	Jaula modificada	Aviario
Salud de las aves	Infecciones	+++	++	-
	Problemas oseos	-	+	+++
	Parásitos	+++	+++	-
Bienestar	Movimiento	--	-	++
	Elección del nido	---	++	+++
	Baño de arena	---	++	+++
	Canibalismo	+++	+/-	---
Calidad de huevo	Calidad bacteriológica	+++	+	-
	Residuos medicamentos	+++	+++	-

Fuente: Ovejero, (2000)



Para afrontar los cambios derivados de la nueva normativa, el sector precisa una enorme financiación (600 millones de euros es la inversión estimada), que si no se subvenciona correctamente no se podrá sostener. Según la Real Escuela de Avicultura (2009), la cabaña de ponedoras en España ha experimentado una bajada significativa de un 4,9% en el año 2008, por lo que el descenso acumulado entre los años 2005-2008 es del 20,3%, con una producción estimada en 2008 un 4,8% inferior al 2007. La producción entre enero y agosto del 2009 acumula un nuevo descenso del 1,95%, aunque en enero y febrero del 2010 el censo ha aumentado un 2,3% respecto a la misma época del año anterior. Se estima que en España un 55% de los productores (44% de la producción) no se adaptará a la nueva situación por falta de presupuesto (Elson, 2009).

## CONCLUSIONES

Es necesario conocer la diferencia entre el bienestar social y el bienestar zootécnico, ya que el bienestar real de la gallina puede ser afectado negativamente con unas condiciones aparentemente mejores.

Ante los resultados expuestos en el marco económico, debemos plantearnos el futuro de la ganadería en UE, ya que nos enfrentamos a un mercado global en el cual existen actualmente diferencias muy significativas en los costes de producción debido al coste de la mano de obra y del alimento, en el que la UE ya está desfavorecida y con esta normativa empeora aún más la situación.

Ante esta situación surge una necesidad de debate y de más estudios de viabilidad de las propuestas de la Directiva, así como posibles soluciones a estos problemas, dado que es una realidad a la que nos tenemos que enfrentar.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Ismael Ovejero Rubio su dedicación y motivación a la hora de impulsarnos a participar en el III Congreso de Estudiantes, así como su colaboración como tutor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Campino, P. y col., 1999. Avicultura profesional, 17 (6): 8.  
Campino, P. y col., 1999. Avicultura profesional, 17 (5): 8.  
Castelló, J.A., 2009. Selecciones avícolas, 51 (11): 21-26.  
Comunidades Europeas, 1997. Diario Oficial, 340: 110.  
Díez Gómez, P., 2000. Conferencia de la Real Academia de Ciencias Veterinarias.  
DIRECTIVA 1999/74/CE DEL CONSEJO. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 19 de julio de 1999.  
Dunn, N., 1998. Avicultura profesional, 16 (2): 32.  
Elson, H. A., 2009. Symposium de la AECA. Zaragoza, 2009.  
Fernández Poza, M.M., 2009. Selecciones Avícolas, 51 (3): 23-24.  
Galarza Celaya, J.L., 2007. Selecciones Avícolas, 49 (8): 489-491.  
Galarza Celaya, J.L., 2009. Selecciones Avícolas, 51 (1): 37-41.  
Huonnic, D. y col., 2006. Sciences et Techniques Avicoles, 55 (4): 8-22.  
Ovejero Rubio, I., 2000. Mundo Ganadero, 118: 51-54.  
Ovejero Rubio, I., Buxadé Carbó, C., 2009-2010. Curso de producción de aves y conejos.  
Real Decreto 348/2000, de 10 de marzo. BOE.  
Real Decreto 441/2001, de 27 de abril. BOE.  
Van Horne, P., 2006. Poultry Inter, 45 (3): 22-25.  
Wathes, C.M., 1999. World Poultry, 15 (3): 17-19.

## **SESIÓN P2**





## EFFECTO DE VITAMINA E NATURAL SOBRE EL CRECIMIENTO, BIENESTAR Y CALIDAD DE LA CARNE EN TILAPIA DEL NILO (*Oreochromis niloticus*)

Arenas, Sergio; López, Javier

Tutor: Villarroel, Morris

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: javier.lopezl@upm.es

### RESUMEN

La vitamina E de origen sintético está presente en la mayoría de piensos comerciales. Diversos estudios previos con otras especies ganaderas muestran una mayor bioactividad de la forma natural frente a la sintética, pero todavía no se han descrito sus efectos en la tilapia. Por ello, en este trabajo se ha evaluado el efecto de la inclusión de diferentes concentraciones en pienso de vitamina E de origen natural frente a vitamina E sintética, disponiendo de 4 tratamientos (40, 65 y 115 ppm de vitamina E natural, más un tratamiento control a 120 ppm de vitamina E sintética). Se estudiaron los efectos sobre el crecimiento, indicadores plasmáticos de bienestar y calidad de la carne. Los resultados muestran una tendencia a mejorar estos parámetros a bajas concentraciones de vitamina E natural. De esta manera, podría abogarse por el desarrollo de las formas naturales frente a las sintéticas.

**Palabras clave:** bienestar, tilapia, vitamina E

### INTRODUCCIÓN

La vitamina E es una vitamina liposoluble necesaria como antioxidante en la prevención de una amplia variedad de enfermedades relacionadas con el mantenimiento de la integridad de las membranas celulares (Church, 2002). Sus funciones bioquímicas se involucran en la eliminación de radicales biológicos libres (McCay, 1985), así como en el metabolismo de ácidos nucleicos, de proteínas y de mitocondrias (Corwin, 1980), lo que podría estar relacionado con las mejoras en crecimientos en tilapia que implicaría suplementar con vitamina E (Huang y Huang, 2004). A su vez, tendría efectos adicionales relacionados con la calidad de la carne pues la vitamina E disminuye pérdidas por exudado en el almacenamiento, ya que preserva la integridad de las membranas (Ng *et al.*, 2004). Al contrario que otras vitaminas, no se acumula en el organismo de forma prolongada, por lo que el aporte continuado en la ración es esencial. Este aporte se hace mediante la forma sintética (all-rac- $\alpha$ -tocoferol), puesto que es la más barata y común, aunque la forma natural (RRR- $\alpha$ -tocoferol) está siendo estudiada por sus efectos sobre el sistema inmune (Jensen y Lauridsen, 2003). El objetivo de este trabajo fue la evaluación de la inclusión de diferentes concentraciones en pienso de vitamina E natural (40, 65 y 115 ppm) frente a la vitamina sintética (120 ppm) sobre el crecimiento, bienestar y calidad de carne en tilapia del Nilo.

### MATERIAL Y MÉTODOS

La prueba experimental se llevó a cabo en las instalaciones para acuicultura de los Campos de Prácticas del Departamento de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (UPM, Madrid). Se dispuso de 24 machos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con un peso medio de  $127,9 \pm 19,6$  g ( $\pm$ sd), distribuidos en condiciones de baja densidad de siembra en 24 tanques de producción (un pez por tanque) de fibra de vidrio de 120 l de capacidad, unidos dos a dos mediante un biofiltro y generando de esta manera un sistema de recirculación entre ellos. Para el experimento se usó un pienso proporcionado por la empresa SKRETTING (pellet de 2 mm; sin flotabilidad). Se usó el mismo pienso para establecer cuatro tipos de dietas distintas: tres



dietas con diferentes niveles de inclusión de vitamina E natural (Vitapherole® E 67% Feed Grade RRR- $\alpha$ -tocoferol) más una dieta control a base de vitamina sintética (Tabla 1). De esa manera, cada dieta correspondió con un tratamiento, obteniéndose tratamiento comercial sin aporte de vitamina E natural (C), tratamiento con concentración baja de vitamina E natural (L), tratamiento con concentración media (M) y tratamiento con concentración elevada (H).

Los peces se alimentaron tres veces al día según recomendaciones (NRC, 1993).

**Tabla 1. Concentración final (ppm) de vitamina E natural (RRR- $\alpha$ -tocoferol) por tratamiento**

	Tratamiento			
	C	L	M	H
<b>Inicial (ppm)</b>	15	15	15	<b>15</b>
<b>Introducida (ppm)</b>	0	25	50	<b>100</b>
<b>Final</b>	<b>15</b>	<b>40</b>	<b>65</b>	<b>115</b>

Se pesaron y midieron los peces los días 1 y 49 del experimento. Con estos datos y el consumo de pienso se calcularon: ganancia de peso, tasa de crecimiento específico TCE ( $\ln(\text{peso final}/\ln \text{peso inicial}) \times 100/\text{días}$ ), índice de conversión IC (consumo pienso/ganancia peso) e índice de eficiencia de la proteína PER (ganancia peso/consumo proteína). Los días 1 y 49 se extrajo una muestra de sangre de cada pez (una media de 0,5 ml) de la vena caudal con jeringuillas heparinizadas de 1 ml. El contenido de cada jeringuilla fue vertido en un eppendorf impregnado de heparina en el fondo y posteriormente se separó el plasma mediante centrifugación durante 12 minutos a 3500 rpm y -4° C, realizándose a continuación el análisis de glucosa y cortisol.

Finalmente, el último día de la prueba se procedió al análisis de calidad de carne, para lo cual se midió el pH, color (parámetros *L*, *a*, *b*) y capacidad de retención de agua (CRA) según el método descrito por Hamm (1986).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se registraron diferencias significativas en los parámetros productivos entre tratamientos (Tabla 2), aunque puede observarse una tendencia hacia un peso y longitud final más altos con el pienso L (40 ppm vitamina E natural). En general, suplementar con vitamina E mejora la eficiencia alimentaria, pues los pesos finales tienden a incrementarse (Shiau y Shiau, 2001). No obstante, al sobrepasar una determinada concentración, los efectos son adversos, pues al almacenarse en hígado (Church, 2002) resultaría en problemas hepatotóxicos, como demuestra en tilapia Satoh *et al.* (1987), quienes encontraron problemas a más de 50 ppm.

Los altos niveles de cortisol al inicio de la prueba (Tabla 3) sugieren un estrés por manipulación (Ellis *et al.*, 2004), aunque no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados concuerdan con Montero *et al.*, (1999) con dorada (*Sparus aurata*) y Norouzitallab *et al.*, (2009) con pez ángel (*Pterophyllum scalare*), quienes demostraron que la inclusión de vitamina E en el pienso, independientemente de su origen o concentración, no afecta al cortisol.

Los niveles de glucosa (38 mg/100ml de media) tampoco se vieron afectados por los tratamientos, siendo además valores inferiores a otros autores en condiciones de baja densidad de siembra (Hrubec *et al.*, 2000), establecidos en 52 mg/100ml.

**Tabla 2. Resultados productivos de tilapia del Nilo bajo la influencia de la inclusión de vitamina E en el pienso**

	Control	L	M	H	SEM (n=6)	P
Peso inicial (g)	135,0	133,8	125,6	117,1	8,0	0,41
Peso final (g)	199,4	211,8	190,1	163,1	12,1	0,10
Ganancia peso (g)	64,4	78,0	64,5	46,0	8,5	0,14
Longitud inicial (cm)	19,5	19,6	19,2	18,4	0,5	0,40
Longitud final (cm)	22,1	22,6	21,9	20,6	0,5	0,090
Consumo (g/pez)	137,6	133,1	138,3	138,8	2,4	0,39
IC (g/g)	2,42	1,79	2,47	3,36	0,40	0,13
TCE (%/d)	0,80	0,93	0,84	0,68	0,10	0,38
PER (g/g)	1,41	1,78	1,41	1,00	0,19	0,11

Concentración de vit E en pienso: control (15 ppm); L (baja, 40 ppm); M (media, 65 ppm); H (alta, 115 ppm)  
 IC: índice de conversión del alimento. TCE: tasa de crecimiento específico. PER: tasa de eficiencia de la proteína

No existen diferencias en el color de carne entre tratamientos (Tabla 4), excepto en el valor *b* (índice de amarillos), lo que indicaría que los tratamientos L y H se diferenciarían sólo de M, es decir, una concentración intermedia le daría un color más azul que el resto, los cuales se encuentran en valores habituales. El valor *L* a efectos prácticos, estaría mostrando un color entre grisáceo y blanquecino, lo que es normal para la carne de tilapia. En cuanto al valor de *a* y *b* estarían indicando por lo general tonos oscuros, pues sus valores se sitúan hacia rojos (en caso de *a*) y azules (en el caso de *b*). Nickell y Bromage (1998) tampoco encontraron relación alguna con la vitamina E cuando se suministró en truchas, pues afirmaban que el color de la carne sólo se ve afectado por el contenido de lípidos en la dieta.

Al contrario de lo esperado, tampoco se obtuvieron diferencias en la CRA entre tratamientos pues ya se ha demostrado en múltiples estudios y con diferentes especies, que la vitamina E tiene la capacidad de estabilizar las membranas celulares, de manera que las pérdidas de agua se ven disminuidas por la integridad de éstas al evitarse el estrés oxidativo (Ng *et al.*, 2004). La falta de diferencias puede deberse a que el agua extraída sea libre y no la retenida en las membranas celulares, con lo que pudiera haber sido más efectivo haber aumentado el tiempo de presión o el peso aplicado.

**Tabla 3. Indicadores plasmáticos en tilapia del Nilo bajo la influencia de la inclusión de vitamina E en el pienso**

Parámetro	Fecha	Tratamiento				SEM (n=6)	P
		Control	L	M	H		
Glucosa (mg/100ml)	1	32,67	36,67	35,5	39,17	2,23	0,32
	49	41,17	37,33	39,17	40,83		
Cortisol (µg/100ml)	1	7,6	8,65	6,78	9,93	1,51	0,45
	49	13,38	11,13	10,82	11,02		

Concentración de vit E en pienso: L (baja, 40 ppm); M (media, 65 ppm); H (alta, 115 ppm)

**Tabla 4. Calidad de la carne en tilapia del Nilo bajo la influencia de la inclusión de vitamina E en el pienso**

	C	L	M	H	SEM (n=3)	P
pH	6,29	6,37	6,35	6,44	0,08	0,80
CRA (%)	32,23	32,54	31,63	32,50	1,55	0,98
L	45,80	45,51	46,34	44,31	1,07	0,61
a	0,96	-0,23	-0,46	1,50	0,70	0,28
b	-2,79 <sup>ab</sup>	-1,25 <sup>a</sup>	-4,05 <sup>b</sup>	-2,24 <sup>a</sup>	0,54	0,041

Medias con superíndices distintos son estadísticamente diferentes al 95% (PROC MIXED)

Concentración de vit E en pienso: L (baja, 40 ppm); M (media, 65 ppm); H (alta, 115 ppm)

## CONCLUSIONES

La inclusión de vitamina E natural no tiene efectos significativos sobre el crecimiento, parámetros fisiológicos de bienestar o calidad de la carne, excepto en el índice de amarillos del color (valor b). Aún así, los mejores resultados parecen obtenerse con la adición de 25 ppm en el pienso.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Francisco Berdejo por su ayuda en la realización de esta prueba.

## BIBLIOGRAFÍA

- Church D. C., Pond W. G., Pond K. R. 2002. Vitamina E, en: Limusa-Wiley (Eds.) Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. pp. 241-619.
- Corwin L. M. 1980. The role of vitamin E in mitochondrial metabolism. en: Machlin LJ (Eds.), Vitamin E: A comprehensive treatise, New York: Marcel Dekker, Inc. pp. 332-347.
- Hamm R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. Muscle as food. Bechtel, P.J., Academic Press, Orlando: 135-199.
- Hrubec T. C., Cardinale J. L., Smith S. A. 2000. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). Vet. Clin. Pathol. 29,1:7-12.
- Huang C. H., Huang S. L. 2004. Effect of dietary vitamin E on growth, tissue lipid peroxidation, and liver glutathione level of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*, fed oxidized oil. Aquaculture, 237, 1-4: 381-389.
- Jensen S. K., Lauridsen C. 2007. "Alpha-tocopherol stereoisomers". Vitam. Horm. 76: 281-308.
- McCay P. B., King M. M. 1980. Vitamin E: a comprehensive treatise. Machlin, L., J. (Eds.). New York: Marcel Dekker: 289 pp.
- Montero D., Marrero M., Izquierdo M. S., Robaina L., Vergara J. M., Tort L. 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture, 171: 269-278
- National Research Council (NRC). 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press (NAP). Washington, DC.
- Ng W. K., Wang Y., Ketchimenin P., Yuen K. H. 2004. Replacement of dietary fish oil with palm fatty acid distillate elevates tocopherol and tocotrienol concentrations and increases oxidative stability in the muscle of African catfish, *Clarias gariepinus*. Aquaculture, 233: 423-437.
- Nickell D. C., Bromage N.R. 1998. The effect of dietary lipid level on variation of flesh pigmentation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 161: 237-251.
- Norouzitallab P., Farhangi M., Babapour M., Rahimi R., Sinha A. K., Baruah K. 2009. Comparing the efficacy of dietary  $\alpha$ -tocopherol with that of dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate, both either alone or in combination with ascorbic acid, on growth and stress resistance of angelfish *Pterophyllum scalare*, juveniles. Aquac. Int., 17: 207-216.
- Satoh S. T., Takeuchi T., Watanabe T. 1987. Requirement of tilapia for  $\alpha$ -tocopherol. Nippon Suisan Gakk., 53: 119-124.
- Shiau, S., Y., Shiau, L., F. 2001. Reevaluation of the vitamin E requirements of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. Anim. Sci., 72: 529-534.





## ¿SÁBES LO QUE COMES?

Pérez, Ricardo; Pérez, Sara; Fondevila, Guillermo

Tutor: Rebollar, Pilar G.

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: g.fondevila@alumnos.upm.es

### INTRODUCCIÓN

La carne de vacuno en España representa aproximadamente un 8,1% de la producción total europea. En el año 2009, la producción española fue de 658.000 toneladas, sufriendo, de esta forma, un incremento de 10.000 toneladas en los últimos 10 años. (EUROSTAT; *Estadísticas mensuales de la carne*).

Estos datos evidencian la importancia que tiene el ganado bovino tanto en el mercado nacional como europeo. Esta carne es, además, una de las bases principales de la alimentación española siendo su consumo cada vez más común dentro de las casas de nuestro país.

Por esta razón es importante saber diferenciar entre una pieza de carne y otra, ya que se pueden diferenciar distintos niveles de calidad entre ellas, así como las características cárnicas de las diferentes razas bovinas que predominan en España y que presentan cualidades especiales propias de cada una de ellas.

El objetivo de este trabajo fue la clasificación en el despiece de la canal (sus piezas principales y su distribución, presentada en forma de póster) y el análisis del rendimiento carnicero medio de siete razas bovinas españolas estudiado a través de canales de terneros.

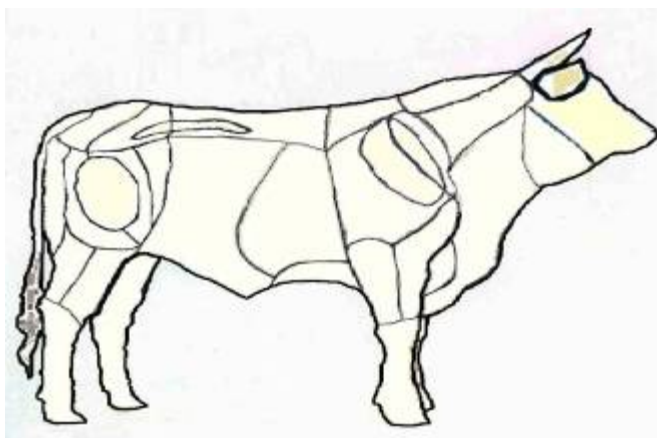
**Palabras clave:** carne, despiece, vacuno

### CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS DE LA CANAL

Tras su paso por el matadero, el animal es sometido al despiece. En este caso vamos a dividir la canal de acuerdo al modo tradicional, típico de gran parte de provincias españolas, y que nosotros utilizaremos para distinguir las categorías principales en que se divide una canal.

**Imagen 1. Esquema de la distribución de las diferentes piezas de carne.**

Para poder clasificar las diferentes piezas de carne según su calidad, éstas se asignan a una categoría cárnica, ya sea categoría Extra, Primera, Segunda o Tercera (Imagen 1).



Categorías:

**-EXTRA:** Solomillo.

**-PRIMERA:** Lomo, cadera, contra, babilla, redondo, tapa, espalda, aguja.

**-SEGUNDA:** Morcillo, brazuelo, aleta, morrillo.

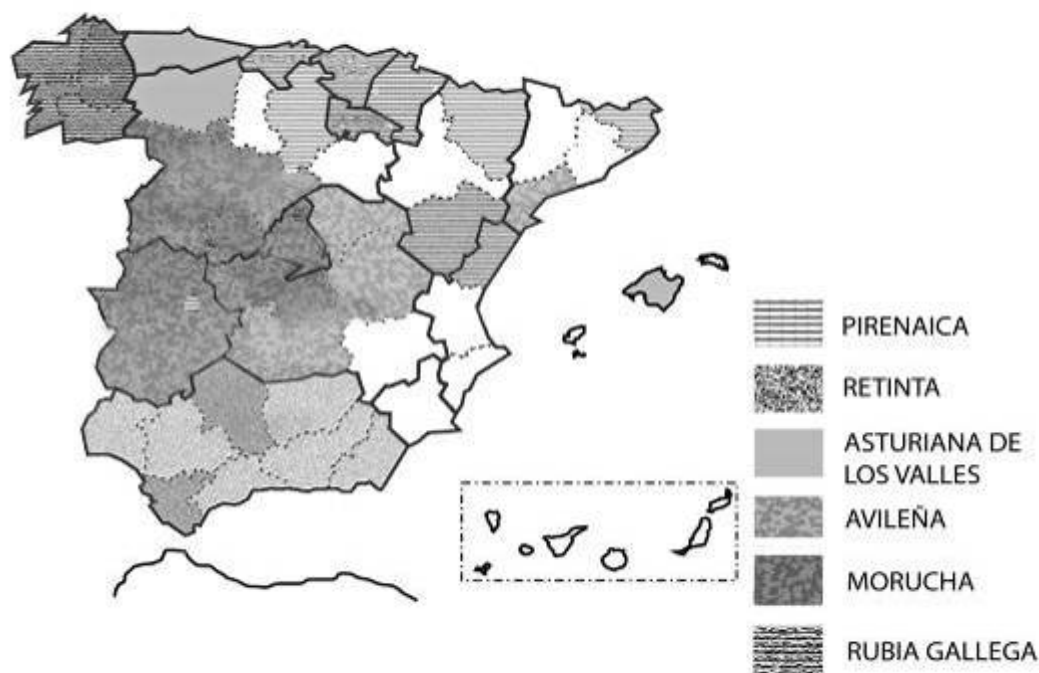
**-TERCERA:** Pescuezo, costillar, falda, rabo.



## ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS DE DIFERENTES CANALES DE SIETE RAZAS ESPAÑOLAS

En la siguiente imagen se muestran las razas españolas que hemos considerado en este trabajo.

**Imagen 2. Distribución geográfica de las razas españolas estudiadas. Adaptado de la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino**



**Retinta:** La Retinta es un bovino de aptitud eminentemente cárnica. Su carne es roja, tierna, jugosa y posee un exquisito sabor que le ha hecho destacar sobre la de otras razas. Con respecto a las características de su carne, ésta se caracteriza por una baja relación de ácidos grasos saturados, su ternura y su jugosidad. Esta raza presenta una gran adaptación al clima cálido y a terrenos donde el estado de sequía es predominante, como en Andalucía y Extremadura (*Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*).

**Asturiana de los Valles:** La raza Asturiana de los Valles tiene grandes cualidades: Por un lado, su excelente conformación carnicera y, por otro, su gran rentabilidad bajo sistemas pastorales con un mínimo de complementos ajenos a la explotación. La importancia de esta raza como productora de carne es extraordinaria, proporciona canales de excelente calidad, con elevados rendimientos, alto porcentaje de carne y baja proporción de grasa. Posee una muy buena conformación y casi un 77% de la canal corresponde a músculo. Su nivel de engrasamiento es bajo, al igual que su contenido en hueso. El 50% del peso de la canal corresponde a carne Extra y carne de Primera. Son muy frecuentes los animales de tipo culón, los cuales presentan un desarrollo muscular extraordinario debido al aumento del número de fibras musculares y, por tanto, muestran una clara superioridad desde el punto de vista carnicero. Superioridad que se concreta en un mayor rendimiento a la canal, mayor proporción de músculo, menor proporción de hueso y mucha menor proporción de grasa (*ASEAVA Asociación Española de criadores de ganado vacuno selecto de la raza Asturiana de los Valles*).



**Avileña-Negra Ibérica:** Raza con enorme capacidad de adaptación a cualquier entorno natural. El sacrificio se lleva a cabo, por lo general, a los 12-14 meses de edad, con un peso de canal comprendido entre los 280 y 320 kg. Posee una carne muy valorada debido a su terniza y a su intensidad y calidad de sabor (*Asociación Española Raza Avileña Negra Ibérica*).

**Morucha:** La carne de Morucha, como resultado del sistema de explotación en el que se desarrolla, posee unas características diferenciales: Mayor finura de fibras musculares y grasa bien distribuida, sin formar cúmulos; mayor coloración (rosa brillante a rojo cereza) que delata su alimentación natural; Sabor y aromas peculiares; Se trata de una carne de gran calidad al respetarse el ciclo de lactación de las crías, consumir gran variedad de los productos de la dehesa y realizar ejercicio constantemente dada su condición de explotación extensiva (*Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Morucha Selecta*).

**Parda:** También conocida como Bruna de los Pirineos. Se trata de una raza de doble aptitud, pero seleccionada especialmente hacia la aptitud cárnica. Proporciona un considerable porcentaje de carne de categorías Extra y Primera con un sabor y una jugosidad característicos que le hace distinguirse del resto de razas (*Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*).

**Pirenaica:** Destaca su contenido en carne de Primera y sobretodo Extra aportando un rendimiento de canal de más del 60%. En general, las canales se caracterizan por su color rosado, de buena a muy buena conformación y poco cubiertas de grasa. La calidad de la carne destaca por su terniza y jugosidad (*Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*).

**Rubia gallega:** El porcentaje de carne comercial asciende a más del 80 %, superando el 55 % las categorías extra y primera. La carne presenta color claro, típico de la carne procedente de terneros recién destetados o alimentados con leche. La terniza y la jugosidad, así como el aroma y el sabor, gozan de reconocido prestigio en todo el territorio español e, incluso, más allá de nuestras fronteras, siendo considerada altamente satisfactoria por el consumidor. Así mismo, las investigaciones más recientes apuntan a que esta carne presenta unos perfiles de ácidos grasos ideales que, además de repercutir muy positivamente en sus características organolépticas, podrían tener propiedades beneficiosas en la protección de enfermedades cardiovasculares y, por tanto, en la calidad dietética de la ternera de la raza Rubia Gallega (*ACRUGA Rubia Galega, A Raza*).

En un trabajo de revisión de Albertí et al. (2001) se utilizaron terneros machos de pura raza que pertenecían a diferentes zonas de la geografía española: Asturiana de los Valles (AS), Avileña-Negra Ibérica (AV), Morucha (M), Parda (PA), Pirenaica (PI), Retinta (RE) y Rubia Gallega (RG). Posteriormente realizaron el despiece comercial de la canal dividiendo la misma en las diferentes categorías, analizando de esta manera diferentes parámetros que caracterizan la producción de cada raza y comparándolos.

Los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla 1 demostraron la importancia que tiene en la producción la procedencia y características del animal. Existen importantes diferencias entre razas en el resultado del despiece comercial, tanto por el porcentaje de carne vendible, como por las proporciones de grasa de recorte y hueso, así como en los porcentajes de carne de las distintas categorías comerciales.

El porcentaje de carne vendible, así como el porcentaje de carne de primera categoría y extra demostró ser superior en las razas carniceras (Asturiana de los Valles y Rubia Gallega), intermedio en las razas Pirenaica y Parda e inferior en las razas de dehesa (Retinta, Avileña-Negra Ibérica y Morucha). Además, la Asturiana y la Rubia Gallega son



claramente las que presentan una menor proporción de grasa de recorte total, en contraste con la Retinta, de un 22% de grasa de recorte.

Las características en el rendimiento carnicero de los terneros están condicionadas en gran medida por la raza. Podemos observar claramente que las razas Asturiana de los Valles y Rubia Gallega aportan un rendimiento de canal claramente superior al de las otras. De esta forma nos llama también la atención el elevado porcentaje de hueso total y la menor proporción carne/hueso que ofrecen las razas Avileña, Morucha y sobretodo Retinta, consecuencia del menor rendimiento de las canales de estos animales.

**Tabla 1. Composición comercial de la canal de vacuno de categoría “ternera” según la raza, datos en % peso de canal.** Datos tomados y adaptados a partir de Albertí et al. (2001)

Raza	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG
<b>Solomillo Extra, %</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>
Lomo	8,8	8,7	8,8	8,9	8,9	9	8,8
Cadera	4,3	3,7	3,6	4,2	4,2	3,6	4,3
Contra	6,6	4,9	4,9	5,3	5,7	4,8	6,5
Babilla	5,1	4,2	4,1	4,5	4,8	4,1	5,1
Redondo	2,3	1,7	1,7	2	2,1	1,7	2,3
Tapa	8,5	7,1	6,4	7,3	7,6	7	8,1
Espalda	5,2	4,4	4,5	4,8	4,7	4,3	5,1
Aguja	6,1	5,7	6	6	6,3	5,6	6
<b>Primera, %</b>	<b>48,3</b>	<b>41,6</b>	<b>41,1</b>	<b>44</b>	<b>45,4</b>	<b>41,1</b>	<b>47,4</b>
Morcillos+Brazuelo	5,3	4,8	5,2	5,3	5	4,9	5,4
Aleta	2,4	1,8	1,9	2	2	1,7	2,4
<b>Segunda, %</b>	<b>8,1</b>	<b>7</b>	<b>7,5</b>	<b>7,9</b>	<b>7,6</b>	<b>7,2</b>	<b>8,1</b>
Pescuezo	1,5	1,2	1,4	1,4	1,2	1,1	1,5
Costillar	4,5	4	3,6	3,6	4,1	3,8	4,4
Falda y diafragma	4,6	4,9	4,7	4,6	4,6	4,5	4,5
<b>Tercera, %</b>	<b>21,2</b>	<b>18,3</b>	<b>18,5</b>	<b>18,2</b>	<b>18,8</b>	<b>17,5</b>	<b>20,8</b>
<b>Peso canal, kg</b>	<b>215,6</b>	<b>169,4</b>	<b>163,6</b>	<b>183,4</b>	<b>184</b>	<b>163,1</b>	<b>254,4</b>
<b>Rendimiento canal, %</b>	<b>66,5</b>	<b>54,9</b>	<b>55,7</b>	<b>57,3</b>	<b>60,3</b>	<b>53,8</b>	<b>65,6</b>
Total carne vendible, %	79,9	69	69,2	72,2	74,2	68	78,6
Grasa recorte total, %	4,2	10,1	10,2	6,8	6,9	9,8	4,5
Hueso total, %	15,9	20,9	20,6	21	18,9	22,2	16,9
Relación carne/hueso	5	3,3	3,4	3,5	4	3,1	4,7

En general, según Albertí et al. (2001), el precio pagado por kg de canal está en función tanto de la proporción de carne, grasa y hueso entre las razas, como del porcentaje de las categorías de alta calidad dentro de la canal. No obstante, en nuestra opinión, cada una de estas razas nos ofrecen carnes diferentes, con sabores, olores y colores distintos, por lo que sería un error no hacer un esfuerzo para probarlas, en forma de cualquiera de sus innumerables recetas, y conocer de esta forma un poquito más de este sector ganadero y de la nutrida gastronomía de nuestro país.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACRUGA Rubia Galega, A Raza  
ASAPI Raza Pirenaica Asociación Aragonesa  
ASEAVA Asociación Española de criadores de ganado vacuno selecto de la raza Asturiana de los Valles  
Albertí P. et al. 2001. Producción y rendimiento carnicero de 7 razas bovinas españolas faenadas a distintos pesos. Informaciones técnicas nº101, Dirección General de Tecnología Agraria, Gobierno de Aragón  
Asociación Española Raza Avileña Negra Ibérica  
Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Morucha Selecta  
Eurostat, 2009. Prod. animal. Estadísticas semestrales. Comisión Europea. Tema5.Agricultura y pesca.  
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.



## CARGADORAS DE PACAS: CARGADORA TELESCÓPICA FRENTE A TRACTOR CON CARGADOR FRONTAL

Araguz, Daniel<sup>1</sup>

Tutores: Diezma, Belén<sup>2</sup>; Moya, Adolfo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumno del Máster Oficial en Agroingeniería; <sup>2</sup>Profesores Departamento de Ingeniería Rural, E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.  
Correo electrónico: araguzcv@gmail.com

### RESUMEN

Las tareas de carga y transporte suponen en la agricultura moderna hasta un 40% del trabajo total en la explotación agropecuaria (Ortiz-Cañavate, 2003), por lo que optimizar la velocidad y el rendimiento en las tareas de carga, descarga y manejo de materiales es imprescindible de cara a rentabilizar la actividad agroganadera. Tradicionalmente para estas tareas se han utilizado tractores con cargador frontal, pero es cada vez más frecuente la sustitución de estas máquinas por cargadoras telescópicas. Las máquinas telescópicas combinan características y prestaciones de grúas, carretillas elevadoras y tractores, permitiendo cargar y descargar directamente al remolque así como almacenar materiales a grandes alturas y en espacios relativamente reducidos. Son máquinas especialmente útiles en el manejo de grandes pacas prismáticas o rotopacas. Este trabajo es un estudio comparado de las capacidades del tractor con cargador frente al de las cargadoras telescópicas, ahondando en el diseño y construcción de estas últimas.

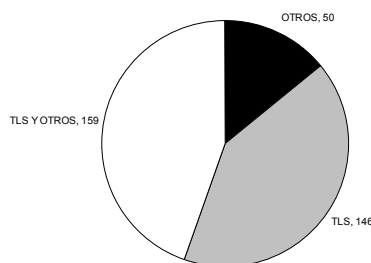
**Palabras clave:** *cargadora telescópica, tractor, cargador frontal*

### INTRODUCCIÓN

La tendencia actual es empacar el heno, paja o silo en grandes pacas prismáticas o en rotopacas. En ambos casos se llegan a alcanzar pesos superiores a los 1000 kg/paca y densidades de más de 200 kg/m<sup>3</sup> (heno).

Existen distintos sistemas para la manipulación y carga de estas pacas. Podríamos hablar de remolques autocargadores por un lado y cargadoras autopropulsadas por otro. En este último caso las pacas se pueden manipular de forma individual o en grupos (uso previo de agrupadores). Las citadas máquinas cargadoras pueden ser tractores equipados con cargador frontal o cargadoras telescópicas autopropulsadas. Existen otros tipos de cargadoras frontales pero de uso menos extendido en esta tarea (p.e. cargadoras skid steer).

**Figura 1. Equipos de carga de uso agrícola.**



TLS: *cargadora telescópica*.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ROMA 2008.

Algunas estimaciones hablan de unas ventas anuales de cargadoras telescópicas con fines agrícolas superiores a las 3000 unidades en Francia y de unas 600 en Italia (Márquez, 2006). En España, en el Registro de Maquinaria Agrícola de 2008 (ROMA), hay inscritos 1736 “equipos de carga”. Ese año se hicieron 355 nuevas inscripciones en esta categoría (0.57% más que en 2007). Haciendo un estudio exhaustivo por marcas del

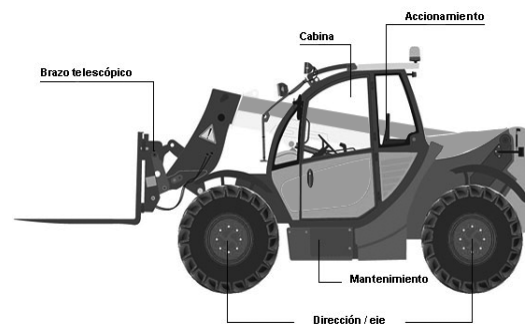


total de equipos de carga registrados como agrícolas, revisando los catálogos de las casas y tomando como base la experiencia profesional del autor, se estima que entre 230 y 250 unidades se corresponden con máquinas telescópicas. Como se aprecia en la *Figura 1*, 159 unidades se engloban en el grupo “TLS (telescópicas) y otros”. Las unidades incluidas en este subtotal pertenecen a fabricantes que tienen en sus catálogos tanto cargadoras telescópicas como cargadoras frontales de otros tipos. De este subtotal se puede interpretar que alrededor del 60% corresponde a cargadoras telescópicas (estimación propia).

### CARGADORA TELESCÓPICA

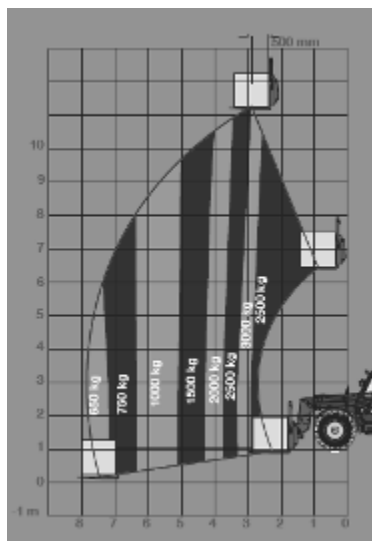
Cargadora telescópica o manipulador telescópico o en inglés *telehandler*, *versahandler* o *teleporter*, es una máquina autopropulsada utilizada en agricultura, construcción e industria. Es similar en apariencia y funcionamiento a una carretilla elevadora pero con la mayor versatilidad de un único brazo telescópico que se puede extender hacia delante y hacia arriba. En el extremo de la pluma, el operador puede acoplar distintos accesorios como carga pallets, palas, horquillas carga pacas, etc.

**Figura 2: Esquema cargadora telescópica.**

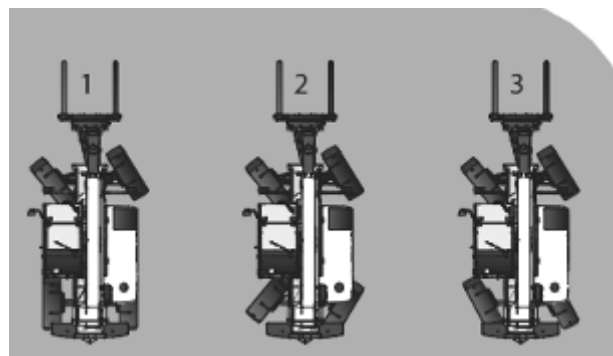


Fuente: [www.claas.es](http://www.claas.es)

**Figuras 3 y 4: Diagrama Representativo de la Capacidad de Carga de MF 89410 (izquierda). Modalidades de Dirección en Telescópicas Bobcat (derecha).**



Fuente: <http://www.masseyferguson.com>



Fuente: [www.bobcat.eu](http://www.bobcat.eu)



La principal ventaja de estas máquinas es también su mayor limitación, a medida que el brazo se extiende o se eleva con carga, la inestabilidad del vehículo aumenta (*Figura 3*). Esto conlleva una disminución de la capacidad de carga con el aumento de la longitud y/o elevación del brazo telescópico. Sirva como ejemplo una Massey Ferguson MF 89410. A nivel del suelo, con el brazo totalmente retraído puede cargar hasta 3500 kg mientras que con el brazo extendido en su totalidad, su capacidad de carga se reduce a 650 kg. En altura, con el brazo extendido (10 m), la capacidad de carga se reduce a 1000 kg. Los modelos equipados con estabilizadores pueden llegar a duplicar la capacidad de carga.

Como se muestra en la *Figura 4*, la maniobrabilidad de las telescópicas reside en las tres modalidades de dirección con que están equipadas:

1. Cuatro ruedas directrices para el manejo en el lugar de trabajo.
2. Dirección en diagonal para la colocación de cargas de lado a lado en zonas restringidas.
3. Ruedas directrices delanteras para la circulación.

### DISCUSIÓN: CARGADORA TELESCÓPICA FRENTE A TRACTOR CON CARGADOR FRONTAL

Si bien la cargadora telescópica tiene cada día una mayor presencia en las explotaciones agroganaderas europeas, el tractor con cargador frontal sigue siendo la máquina mayoritariamente utilizada en España para el manejo de pacas. Sirva como ejemplo la relación tractor/telescópicas en el registro del ROMA de 2008: 15.799 frente a 230-250 (estimación propia). De estos 15.799, un 25% se equipa con cargador frontal (estimación, Márquez, 2006). Sin embargo, la versatilidad y maniobrabilidad de las máquinas telescópicas es muy superior a la de los tractores con cargador en algunas tareas agrícolas y ganaderas. La tendencia en las explotaciones europeas es sustituir por telescópicas los tractores viejos equipados con cargador y dedicados únicamente a cargar y descargar.

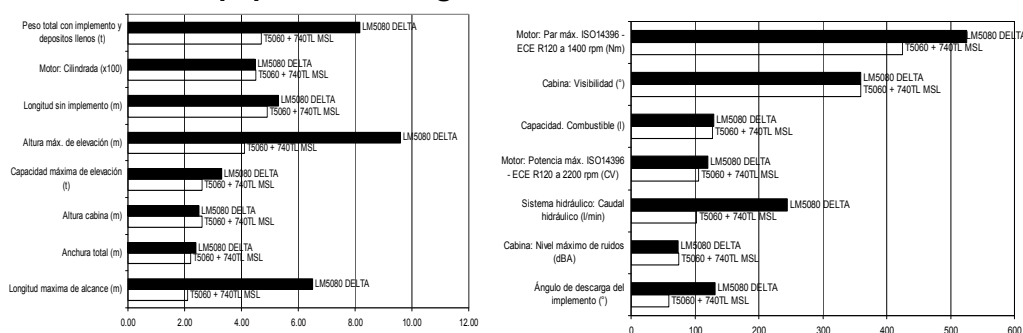
Aún así, hay una serie de factores que siguen orientando a muchos agricultores y ganaderos españoles hacia el uso del tractor. Entre otros:

- Las telescópicas en España no pueden circular por vías públicas.
- Aunque las telescópicas están equipadas con gancho se sigue prefiriendo el tractor para el arrastre de remolques en la explotación.
- Las telescópicas no pueden sustituir al tractor como unidad motriz de la maquinaria agrícola.

Para continuar con el análisis, se han comparado un tractor con cargador y una telescópica de New Holland:

- Cargadora telescópica New Holland LM5080 DELTA.
- Tractor New Holland T5060 con cargador frontal NH 740TL MSL.

**Figuras 4 y 5. Manipulador telescópico NH LM5080 DELTA frente a NH T5060 equipado con cargador frontal NH 740TL MSL.**



Fuente: Elaboración propia a partir de folletos de New Holland.



Características comunes a ambas máquinas:

- Motor: *Tier III*, NEF 4 cilindros, turboalimentado con *intercooler*.
- Tipo bomba: Engranajes.
- Mandos hidráulicos: *Joystick* multifunción.

### CONCLUSIONES

Para concluir, se han elaborado las *Tablas 1 y 2* comparando en la primera las prestaciones de las telescópicas y los tractores en el manejo de pacas y resumiendo en la segunda los pros y contras de cada una de estas máquinas en la explotación agropecuaria.

**Tabla 1. Cargadora telescópica vs. tractor con cargador en el manejo de pacas.**

	Cargadora telescópica	Tractor con cargador frontal
Maniobrabilidad	****	**
Estabilidad (trabajando en altura)	****	**
Altura alcanzada	****	**
Longitud de voladizo	****	**
Rendimiento en el manejo de pacas	****	**
Versatilidad	***	****
Aceptación por el agricultor	*	****
Robustez	***	***
Circulación y transporte	*	****
Precio	***	***

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2. Cargadora telescópica vs. tractor con cargador pros y contras.**

	PROS	CONTRAS
<b>TRACTOR CON CARGADOR</b>	<p>Uso para en otras tareas distintas a la de la carga</p> <p>Trabaja en condiciones de terreno más difíciles</p> <p>Capacidad de carga similar a la de TLS a media altura</p>	<p>Menor maniobrabilidad</p> <p>Menor alcance en altura</p> <p>Menos versátil en tareas de carga</p> <p>El cargador necesita acoplarse/desacoplarse</p>
<b>CARGADORA TELÉSCOPICA</b>	<p>Fácil de conducir y manejar</p> <p>Mayor maniobrabilidad</p> <p>Elevada capacidad de carga también en altura</p>	<p>Uso casi exclusivo para tareas de carga-descarga</p> <p>Atascos en terrenos pesados</p> <p>Su adquisición no está siempre justificada</p>

Fuente: Profi Internacional, Septiembre 2009.

La cargadora telescópica ofrece mayores prestaciones en el manejo y carga de grandes pacas prismáticas y rotopacas. El tractor convencional no puede competir con la telescópica en maniobrabilidad, altura y longitud alcanzadas. La rentabilidad de la sustitución del tractor con cargador por el telescópico dependerá de las características de la explotación y la maquinaria existente, pero se puede defender su adquisición en los casos en los que se dedique uno o varios tractores exclusivamente para carga, descarga y manipulación de materiales (heno, silo, pacas, fertilizantes, etc).

### AGRADECIMIENTOS.

Mi sincero agradecimiento a los profesores Belén Diezma y Adolfo Moya por su ayuda en este trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Catálogos comerciales de Bobcat, John Deere, New Holland, JCB, Manitou, Claas y AGCO. Respektivas páginas web.
- J. Ortiz-Cañavate. 2003. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Mundi-Prensa.
- Luis Márquez. 2006. Las cargadoras telescópicas. Agrotécnica enero 2006.
- Profi Internacional, Septiembre 2009. Pág. 42-45. Profi Internacional, Noviembre 2009. Pág. 26-28.





## UTILIZACIÓN DE INHIBIDORES METABÓLICOS PARA CONSEGUIR DESVIACIONES GLICOLÍTICAS EN LEVADURAS QUE PERMITAN LA REDUCCIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO EN VINOS DE ZONAS AFECTADAS POR CAMBIO CLIMÁTICO

Ábalos, Diego; Vejarano, Ricardo

Tutor: Morata, Antonio

Laboratorio de Enología. Dpto. Tecnología de Alimentos. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid  
Ciudad Universitaria, S/N. Madrid 28040  
Correo electrónico: [diegoabalosr@gmail.com](mailto:diegoabalosr@gmail.com)

### RESUMEN

El clima influye drásticamente en el proceso de maduración de la uva y, lógicamente, en la composición de los vinos.

Las zonas con elevadas temperaturas medias y escasez de recursos hídricos, dan lugar a desequilibrios tanto a nivel vitícola como enológico que hacen muy difícil la obtención de vinos tintos con un contenido alcohólico no excesivo y que mantengan elevados parámetros de calidad.

Desde la perspectiva enológica se está trabajando en una serie de actuaciones que permitan procesar uvas muy maduras para obtener vinos de graduación estándar comprendida entre 12,5 – 13,5 % v/v en el caso de los tintos. La utilización de bloqueadores metabólicos que produzcan redireccionamientos de la ruta glicolítica en las levaduras fermentativas, parece ser una de las opciones más interesantes a analizar.

El presente trabajo, dentro de esta línea de investigación, trata de analizar los mecanismos mediante los cuales el furfural, un conocido aldehído aromático con efectos inhibitorios sobre *Saccharomyces*, consigue alterar la fermentación alcohólica. Los resultados obtenidos muestran una significativa reducción en el grado alcohólico alcanzado, siendo de aproximadamente 0.4 ° Alc. tras la adición de 10 mg/L de furfural.

**Palabras clave:** *enología, furfural, inhibición*

### INTRODUCCIÓN

En la enología española existen muchas regiones en las que el clima favorece maduraciones sacarimétricas excesivas lo que supone que durante la fermentación se alcancen grados alcohólicos elevados. La levadura metaboliza el azúcar (glucosa y fructosa) por vía fermentativa produciendo como productos mayoritarios etanol y CO<sub>2</sub>. Uno de los mecanismos mediante los cuales se consigue incidir sobre la tasa de producción de etanol de las levaduras es la adición de moléculas que ejerzan algún tipo de efecto inhibitorio sobre el metabolismo glicolítico. Normalmente las variaciones logradas son pequeñas y se relacionan con desviaciones del metabolismo fermentativo hacia otras moléculas que pueden ser interesantes desde el punto de vista sensorial.

El furfural es un aldehído aromático presente en bajas concentraciones de manera natural en vinos tintos, debido a la extracción de compuestos volátiles durante la crianza en bodega. Se conoce su acción inhibitoria de tipo competitivo sobre las enzimas de carácter “deshidrogenasa” presentes en la fermentación alcohólica.

### OBJETIVOS

En este trabajo se realiza una valoración cuantitativa y cualitativa sobre cómo la adición de furfural a diferentes concentraciones (1, 5, 10, 20 y 50 mg/L) en el mosto produce desviaciones en los parámetros tecnológicos mas representativos.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### Furfural

Se utiliza una solución de furfural (98%) en agua destilada, de 6 g/L.

### Sincronización de cultivos

Se sincroniza la levadura utilizada (7VA) mediante pases sucesivos en medio YEPD.

### Mosto

Medio sintético de 230 g/L (glucosa + fructosa), con 2 g/L de peptona como fuente de nitrógeno y 2 g/L de extracto de levadura como fuente de micronutrientes. Se acidifica a pH 3.5 con ácido tartárico.

Se dosifican 60 mL del medio en viales de 100 mL de capacidad. Se inocula en cada vial 1 mL de starter de la cepa 7VA. La inoculación se realiza en condiciones amicróbicas. Se adiciona furfural hasta conseguir concentraciones de 0, 1, 5, 10, 20 y 50 mg/L en los medios.

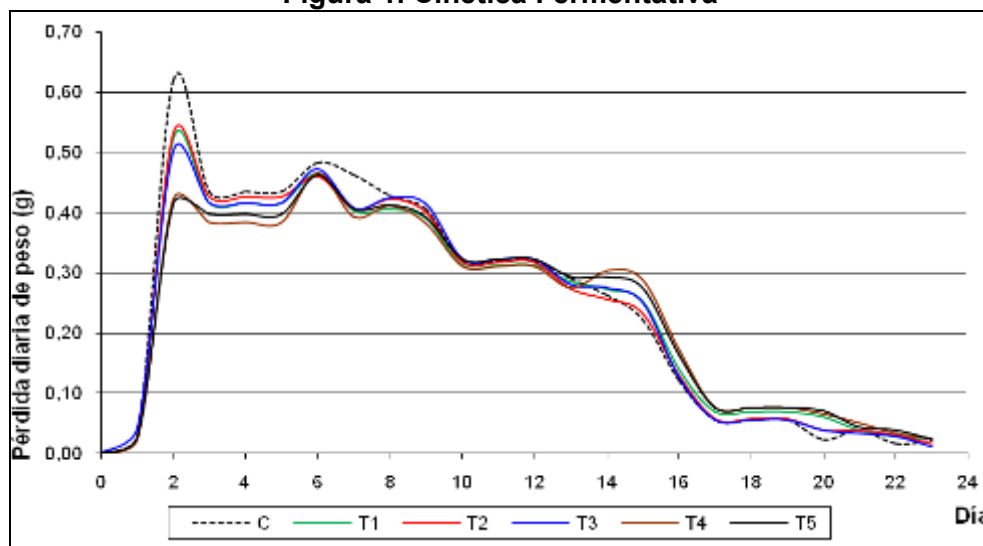
### Determinaciones

Se determinó el poder fermentativo y la cinética fermentativa por gravimetría, el grado alcohólico por ebullometría y la glucosa y fructosa residual mediante tests enzimáticos.

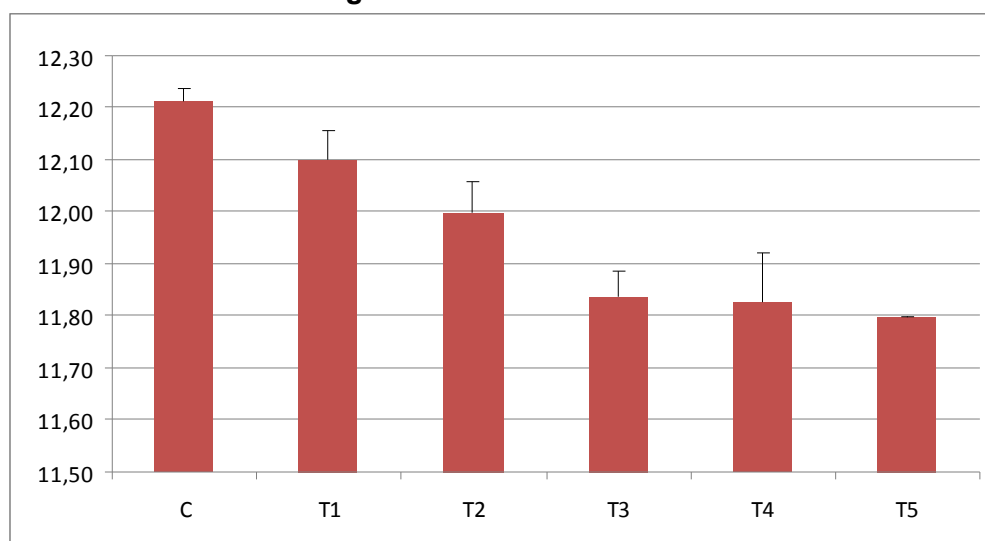
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra las cinéticas fermentativas de los distintos ensayos, observándose que el furfural produce una ralentización en la velocidad de fermentación.

Figura 1. Cinética Fermentativa



Se puede concluir que la adición de furfural reduce el grado alcohólico alcanzado (Figura 2), siendo esta reducción de aproximadamente 0.4°Alc. para la dosis de 10 mg/L.

**Figura 2. Grado Alcohólico**

La Tabla 1 muestra las concentraciones residuales de Glucosa y Fructosa después de la fermentación, observándose ausencia de azúcares residuales en todos los ensayos.

Tabla1.			
Muestra	Furfural	Azúcar residual (g/L)	
	mg/L	Glucosa	Fructosa
C	0	0,0010 ± 0,0021	0,0882 ± 0,0255
T1	1	0,0084 ± 0,0138	0,0884 ± 0,1026
T2	5	0,0063 ± 0,0126	0,0197 ± 0,0227
T3	10	0,0000 ± 0,0000	0,0442 ± 0,0228
T4	20	0,0048 ± 0,0096	0,0806 ± 0,0679
T5	50	0,0000 ± 0,0000	0,0643 ± 0,0763

## CONCLUSIONES

Se verifica que la adición de furfural es una estrategia interesante para el control de grado alcohólico en mostos procedentes de zonas cálidas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Morata, A., Suárez-Lepe, J. A., Benito, S., Palomero, F., González, C., Estrella, I. 2009. XXXII World Congress of Vine and Wine. Zagreb. Croatia. Poster.
- Feng-Ming L., Bin Q., and Ying-Jin Y. 2009. Appl. Environ. Microbiol. 75: 3765-3776.
- Modig T., Liden G., and Taherzadeh M. J. 2002. Biochem. Journal. 363: 769-776.
- Taherzadeh M. J., Gustaffson L., Niklasson C., and Lidén G. 2000. Journal of Bioscience and Bioengineering. 90: 374-380.





## EL GANADO OVINO EN PRODUCCION ECOLOGICA

Pérez, Estela; Pestaña, Trinidad

Tutor: Alvir, María R.

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Madrid. Universidad Politécnica*

*Correo electrónico: estela.perezb@hotmail.com, trinipestana@hotmail.com*

### RESUMEN

La ganadería ecológica es un modelo agrario de desarrollo sostenible cada vez más demandado por la sociedad, cuyo objetivo fundamental es obtener alimentos de máxima calidad. Las normas que conciernen a las producciones animales quedan recogidas en el Reglamento N° 1804/1999CE que completa, al Reglamento N° 2092/91CEE sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

Actualmente la ganadería ecológica no puede competir en precio con el sistema intensivo, pero si mediante la utilización racional de recursos que permite proteger el medio ambiente, el bienestar animal y sin la utilización de productos químicos en cualquier fase del sistema productivo (alimentación, sanidad o en la fertilización de los pastos y cultivos) y producir alimentos de alta calidad.

La ganadería y agricultura deben estar asociadas y puesto que en el ganado ovino existe un importante número de razas autóctonas adaptadas al medio natural y a los recursos locales, hace que esta especie sea un componente esencial para el desarrollo de la ganadería ecológica. En este trabajo se presenta información sobre las bases de la producción ovina intentando mostrar las diferencias existentes entre el manejo convencional y el ecológico, reflejado en el análisis químico de los alimentos, en el tipo de producción y la calidad del producto final.

**Palabras clave:** *ganadería y agricultura ecológica, bienestar animal, beneficios*

### INTRODUCCIÓN

España por sus recursos y por sus características geográficas y de orografía, confiere una diversidad de climas y de suelos muy diversos, cuenta con excelentes potenciales para ofrecer una amplia gama de productos ecológicos pudiendo combinar la explotación agrícola y ganadera. Debido a estas características, el ganado ovino es el más adaptado, por su resistencia y rusticidad a las condiciones del clima y al suelo.

Según datos del MARM (2008), el desarrollo de la agricultura ecológica en España, se ha duplicado desde el 2004 al 2008, alcanzando en el año 2008 un total de 1.32 millones de ha dedicadas a la agricultura ecológica, que corresponden la mayor parte de esta superficie, el 50% a pastos y pastizales y el 27% a cereales (Fig.1 a). Referente a las explotaciones ganaderas ecológicas existen un total de 3.813, un 25% más que en el año 2007, destacando el ganado vacuno (44%) y seguida del ovino (26%) (Fig.1 b). En el año 2008 y para el sector de ovino ecológico había registradas un total de 1000 explotaciones (894 de ovino de carne y 106 de leche) que contaban con un total de 345.491 animales cifra relativamente pequeña si se compara con el número de animales de ovino convencional (19.9 millones). Hay que señalar que de las 17 Comunidades Autónomas que abarca España, son Andalucía, Castilla La Mancha y Extremadura las que representan el 86% del censo total de ovino ecológico. (Fig. 2).

Debido a las características del medio natural de la especie junto con la repercusión del crecimiento de la producción ecológica en la sociedad, el objetivo de este trabajo es presentar información sobre las bases de la producción ovina reflejada en el análisis químico de los alimentos, en el tipo de producción y la calidad del producto final.

### MATERIALES Y MÉTODOS

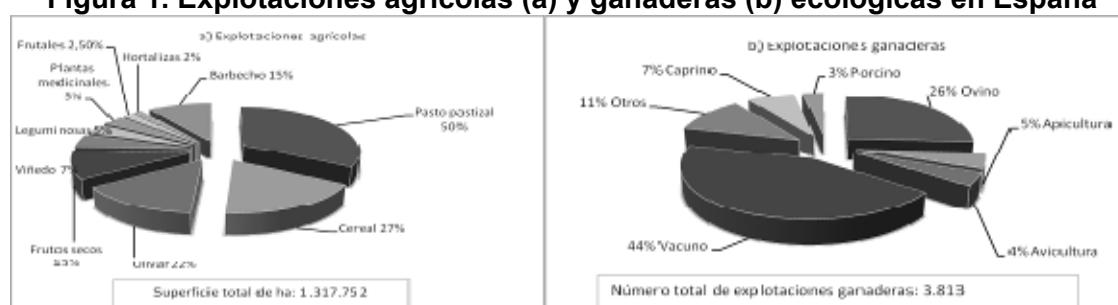
En el reglamento (CE) N° 1804/1999 se contemplan las condiciones que debe cumplir la ganadería ovina ecológica en relación a la alimentación, producción y calidad:



La ración diaria deberá estar constituida de forrajes frescos, comunes, desecados o ensilados, con un 60% de materia seca (MS). En cuanto a la producción lechera se puede reducir en la ración la ingestión de MS al 50% durante un periodo máximo de 3 meses al principio de la lactación. La alimentación de los corderos lactantes será de leche materna por un período mínimo de 45 días.

Todos los alimentos de producción ecológica tienen que tener su correspondiente certificado acreditativo, que incluye incorporar el logotipo comunitario en los alimentos de envasado.

**Figura 1. Explotaciones agrícolas (a) y ganaderas (b) ecológicas en España**



Anuario de estadística MARM (2008)

**Figura 2: Censo de cabezas de ovino en España**



Anuario de estadística MARM 2008.

En la gestión zootécnica, la reproducción se basará en métodos naturales, donde se autoriza la inseminación artificial pero se prohíbe el uso de hormonas para sincronizar los celos.

## RESULTADOS

Dada las referencias citadas en el Reglamento, la alimentación que se les aporte a las ovejas estará condicionada por su estado fisiológico, época del año, disponibilidad y calidad de los alimentos.

En la Tabla 2 se indican las recomendaciones de suplementación de García y Rebollo (2009) considerando diferentes calidades del alimento base para los tres estados fisiológicos de la oveja. Las ovejas que se encuentran en la última fase de gestación o en lactación y solo tienen acceso a alimentos base de baja calidad requieren de suplementos mayores que los permitidos por el Reglamento N° 1804/1999. Es aconsejable y beneficioso separar a las ovejas gestantes 15 - 30 días antes de la gestación y aportarles un alimento base de buena calidad y algunas cantidades de concentrados como la avena o el guisante, tanto para cubrir las necesidades de esta etapa como para adaptarlas a las raciones durante la lactación.

Es importante para realizar un racionamiento adecuado conocer el valor nutritivo de los alimentos disponibles en ecológico. En este sentido, los trabajos realizados sobre el valor nutritivo de las materias primas manejadas en producción ecológica y convencional no son muy numerosos. En la Tabla 3 se indica la composición química de algunas materias primas en producción ecológica y en convencional realizada por diversos autores.

Podemos observar para los forrajes estudiados, que los henos de alfalfa y de hierba no presentan diferencias significativas entre los dos tipos de manejo, tan sólo el contenido en cenizas en la alfalfa.



**Tabla 2: Recomendaciones de suplementación (sup.) con avena y leguminosas para ovejas de 55 Kg (pariendo 1 cordero) en diferentes estados fisiológicos.**

Estado fisiológico Oveja	Calidad alimento	UFL	Valor ingestión ULO	Consumo Forraje (Kg MS)	Sup. Avena (Kg MS)	Sup. Grano Leguminosa (Kg MS)
Final gestación	Bueno	1,01	0,95	1,13	0	0
	Regular	0,85	1,19	1,13	0,07	0,13
	Malo	0,5	1,54	0,67	<b>0,21</b>	<b>0,35</b>
Lactación	Bueno	1,01	0,95	1,81	0	0
	Regular	0,85	1,19	1,12	0,63	0,37
	Malo	0,5	1,54	0,51	<b>0,9</b>	<b>0,31</b>
Seca	Bueno	1,01	0,95	1,26	0	0
	Regular	0,85	1,19	1,58	0	0
	Malo	0,5	1,54	1,21	0,62	0

UFL=valor energético del alimento en Unidades Forrajeras Leche (Kg de MS)

ULO= Unidades Lastre de Ovino (Kg de MS)

Datos: García y Rebollo (2009)

En la paja de cebada se observan diferencias, para la proteína bruta (PB) y las cenizas siendo en manejo convencional donde se obtienen las mejores propiedades nutritivas. En las praderas de raigrás inglés- trébol blanco no hubo diferencias en ningún parámetro químico pero si en el raigrás italiano- trébol violeta en el manejo ecológico presentan un menor contenido de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) sugiriendo estos valores un valor nutritivo y un aporte energético superior. De los cereales el que más diferencia ha presentado ha sido el trigo con más contenido en proteína en producción ecológica y más contenido energético en convencional. Los concentrados proteicos tuvieron resultados diferentes, en los guisantes aparecen diferencias similares a las descritas para el trigo y para las otras semillas, yeros y algarrobas, todos los parámetros son diferentes y con mejores resultados nutritivos en la producción ecológica que en la convencional.

En las raciones se requiere además una suplementación vitamínico mineral, se sabe desde hace tiempo el efecto que tienen los oligoelementos sobre la reproducción, el magnesio se asocia con la anulación o retraso del celo y con bajas tasas de fecundación en rumiantes, cuando sus niveles en las dietas son muy reducidos. La escasez del selenio provoca alteraciones en la reproducción de los machos y hembras.

En las cubriciones de las ovejas en ecológico se debe utilizar el efecto macho y el flushing, teniendo en cuenta que en las épocas del anoestro estos métodos no son suficientes, es necesario favorecer la fertilidad durante los meses de Febrero a Junio. En este sentido el trabajo de Palacios y de la Fuente (2007), indican que la inclusión de correctores en las dietas (174.6 mg de Mn, 10 mg de Co, 0.76 mg de Se y 80 UI de vitamina E por oveja y día) tienen un efecto positivo para la fertilidad (66.67% vs 49.43%) y para la producción de leche, han detectado un aumento significativo de 10 litros en la lactación total, (más de 10 € por oveja y lactación) en el lote tratado con corrector vs sin tratar. Sin embargo estos autores no encontraron diferencias en la prolificidad.

En las comparaciones que se han realizado en el ganado ovino lechero, de convencional a ecológica, en cuanto a producción y calidad de leche, encontramos el trabajo de Palacios y de la Fuente (2006) donde se disminuye la producción de leche de 89 a 77 litros por oveja y lactación, sin embargo, aumenta el extracto quesero en un 0.67%.

Para la producción de ovino de aptitud cárnica, Eguinoa et al (2006), estudió la cría de corderos hasta los 87 días de edad, en convencional frente a dos sistemas de manejo en ecológico (un grupo de corderos se destetan como en convencional y luego cebo en ecológico a los 61 días y el otro grupo permanece con sus madres hasta el sacrificio). Hasta los 77 días no se apreciaron diferencias en la ganancia media diaria (GMD) en gramos en los 3 grupos (media 248). Es en los últimos 10 días donde la GMD empeora (304 convencional vs 209 ecológico). No se apreciaron diferencias en la calidad de la



canal en los 3 grupos, aunque las canales de los corderos ecológicos puros son los que han obtenido peores rendimientos, requiriéndose alargar el periodo de cebo. En la valoración sensorial no se contemplaron diferencias entre los tres manejos. En los trabajos realizados por Ahmed-Salek (2006) indican que la inclusión en la dieta de alimentos ecológicos no altera la calidad de la canal ni de la carne, en cuanto a pH muscular, composición tisular y regional de la canal y el color.

**Tabla 4: Valores medios de la composición química de diferentes materias primas analizadas por diversos autores en convencional (C) y en ecológico (E).**

		Cenizas	EE	ALM	PB	FND	FAD	AUTOR
Heno - alfalfa	C	8.4			16.7	36.4	27.5	Entisne (2008)
Heno - alfalfa	E	<b>9.6*</b>			17.4	41.3	30.0	Entisne (2008)
Heno- hierba	C				14.2	51.1	33.5	Entisne (2008)
Heno- hierba	E				11.7	51.9	35.5	Entisne (2008)
Paja	C	<b>7.1*</b>			<b>4.3*</b>			Entisne (2008)
Paja	E	2.7			2.0			Entisne (2008)
Raigrás inglés-Trébol blanco	C				18.4	<b>46.1***</b>	<b>30.3 ***</b>	Álvarez-Iglesias (2009)
Raigrás inglés- Trébol blanco	E				17.3	<b>47.5 ***</b>	<b>32.6 ***</b>	Álvarez-Iglesias (2009)
Raigrás italiano- Trébol violeta	C	10.3			17.6	<b>47.1***</b>	<b>26.8***</b>	Martínez-Fernández (2008)
Raigrás italiano- Trébol violeta	E	10.3			17.2	<b>43.7***</b>	<b>25.1***</b>	Martínez- Fenández (2008)
Maíz	C	4.3	11.2	24.3	7.8	46.7		Martínez (2009)
Maíz	E	3.6	11.5	29.4	6.0	44.6		Martínez (2009)
Avena	C	3.6	5.4	36.1	10.1	32.1		Entisne (2008)
Avena	E	3.7	4.5	35.1	11.3	31.1		Entisne (2008)
Trigo	C	1.7	<b>2**</b>	<b>58.8*</b>	11.2	14.2		Entisne (2008)
Trigo	E	<b>2.1**</b>	1.7	57.2	<b>12.5**</b>	13.9		Entisne (2008)
Yeros	C	2.8	1.1		22.3			Entisne (2008)
Yeros	E	<b>3.2***</b>	<b>1.3***</b>		<b>29.5***</b>			Entisne (2008)
Algarrobas	C	<b>7***</b>	0.9		19.2			Entisne (2008)
Algarrobas	E	2.6	<b>1.1***</b>		<b>27.1***</b>			Entisne (2008)
Guisantes	C	3.3	1.9	<b>44.7***</b>	2.1			Entisne (2008)
Guisantes	E	3.2	1.8	4.1	<b>22.5**</b>			Entisne (2008)

EE (extracto etéreo), ALM (almidón), PB (proteína bruta), FND (fibra neutro detergente), FAD (fibra ácido detergente).

(Diferencias significativas para el mismo producto entre producción ecológica y convencional al nivel \*= $p<0.05$ , \*\*= $p<0.01$ , \*\*\*= $p<0.001$ )

## CONCLUSIONES

La información encontrada sobre las propiedades nutritivas de las materias primas en ecológica no han producido una pérdida en el valor nutritivo, incluso en algunas de ellas se han obtenido mejores resultados. En la producción de leche si se perciben discrepancias disminuyendo la producción en ecológico, pero mejora la calidad de la leche en rendimiento quesero. En cuanto a la producción de carne en el cebo hasta los 2 meses y medio no existen diferencias en los rendimientos entre ambos manejos, pero después la GMD empeora en el ecológico. No se observaron diferencias en la calidad de la canal. Creemos que es necesario apostar por un sistema por el cual este sector se vea respaldado y pueda competir en el mercado con los productos convencionales, tanto a nivel nacional como europeo.

## BIBLIOGRAFÍA

Ahmed- Salek, S. et al, (2006). Álvarez- Iglesias, L., et al, (2009). Eguinoa, P. et al, (2006). Entisne, M. et al, (2008). García y Rebollo (2009).García Romero, C., (2004). Hernández, D. et al, (2006). Mangado Urdáriz, Jesús M<sup>a</sup>, et al (2007). Mangado, J. M., et al, (2007). Martínez Fernández, A., et al, (2008). Martínez Fernández, A., Pedrol, N. (2009). Martínez Fernández, A., (2009). Palacios, C., de la Fuente, L.F., (2006). Palacios, C., de la Fuente, L.F., (2007). MARM (2008), Reglamento 1804/1999CE.





## UTILIZACIÓN DE UN SECADERO SOLAR EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE PAPAYA (*Carica papaya* L.)

Jiménez, Heidi Tatiana <sup>1</sup>

Tutores: Diezma, Belén <sup>2</sup>; Valero, Constantino <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumna Máster Universitario en Agroingeniería. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid

Departamento de Ingeniería Rural. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: tatianajim@gmail.com

### RESUMEN

La propuesta tiene por objetivo realizar una revisión bibliográfica que permita establecer la viabilidad del proceso de deshidratación de papaya (*Carica papaya* L.) en un secadero solar y su proyección a otros productos agroalimentarios. Se pretende supervisar el comportamiento del aire caliente, dentro de la cámara de secado con respecto a temperatura y humedad relativa, mediante ubicación de sensores de forma distribuida en la cámara de secado y en su exterior. En paralelo se realizará un análisis de variables del producto: rendimiento, contenido de humedad inicial y final, influencia de la forma del producto, su distribución en el secadero y análisis sensorial. Los datos obtenidos de los procesos permitirán establecer un modelo de secado óptimo para la papaya. La deshidratación mediante secaderos solares es una oportunidad en zonas de producción de esta fruta, con elevada radiación solar, permitiendo la obtención de un producto más rentable (por el ahorro en insumos), de larga vida útil y buenas características organolépticas.

**Palabras clave:** *fruta procesada, control automático, supervisión de procesos*

### INTRODUCCIÓN

El secado es un proceso en el que el contenido en agua se disminuye para detener o ralentizar el crecimiento de microorganismos perjudiciales así como otras reacciones químicas que provocan alteraciones indeseables en el alimento. El USDA (departamento de agricultura de Estados Unidos) define como producto deshidratado el que no contiene más del 2.5% de agua (sobre materia seca (m.s.)) y alimento seco el que habiendo sido sometido a un proceso de secado presenta contenidos de agua por encima del 2.5% (sobre m.s.). Ayensu (1997) recomienda porcentajes inferiores al 14% de agua en base húmeda lo que permite que el producto deshidratado se conserve durante un año sin deterioro.

Sharma (2009) describe la operación de secado en cámara con energía solar como una alternativa de procesamiento de frutas y verduras en condiciones limpias, higiénicas y sanitarias ajustadas a las normas nacionales e internacionales, que permite el ahorro de energía, tiempo, y espacio.

Para el montaje de un proyecto de secado con energía solar, Chen (2005) lista los factores externos a tener en cuenta: radiación solar, temperatura ambiente, velocidad del viento y humedad relativa; y los factores internos relativos al producto: contenido de humedad inicial y final, tipo de producto y masa de producto por unidad de superficie expuesta. Es importante tener en cuenta estos factores para poder realizar un seguimiento continuo del proceso con el fin de evaluar su viabilidad y eficiencia.

### ANTECEDENTES

En la Universidad Politécnica de Madrid, se encuentra en desarrollo un proyecto de investigación, para la puesta a punto y supervisión de un secadero de alimentos, utilizando para su proceso energía solar. Se cuenta con la experiencia obtenida durante la ejecución del proyecto ya concluido: "Estimación del secado de madera empleando

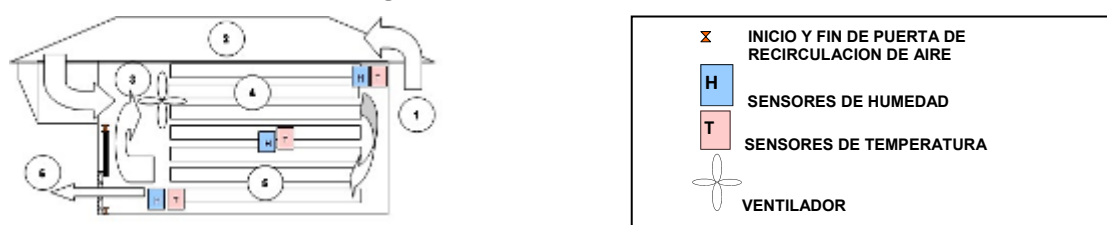


sensores de bajo coste”, financiado por AECID y realizado en colaboración con la Universidad de Oriente en Cuba (Barreiro et al., 2009).

La Universidad cuenta con un secadero experimental ubicado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, construido en acero inoxidable apto para la utilización de alimentos, fabricado por la empresa CONA, con capacidad  $0,3 \text{ m}^3$ , su esquema se indica en la Figura 1. Se representa la ubicación y el número de sensores instalados durante el proceso de secado de madera, en la realización del presente proyecto esto puede variar para adaptar distribución y tipo de sensores a las características propias de secado de la papaya.

El sistema de secado de este equipo, se basa en la generación de aire caliente por medio de un colector solar, este aire caliente es impulsado por la acción de un ventilador, el cual da el caudal de aire necesario para que se mueva a través de las bandejas con producto ubicadas en el secadero con el fin de transportar calor hacia el producto. El aire húmedo de la cámara se arrastra hacia la compuerta de salida, esta compuerta permite según graduación la recirculación total, parcial o nula del aire utilizado en el proceso, ya que en función de la evolución del ciclo de secado la proporción de aire recirculado se puede regular, con el fin de aprovechar la temperatura del aire saliente del proceso.

**Figura 1. Equipo de Secado**



Fuente: Barreiro, et al.

Los componentes del secadero son: 1. Entrada de aire desde el exterior del secador al colector solar, 2. Zona de calentamiento del aire, 3. Entrada del aire caliente a la cámara, adicionalmente en esta zona sucede la mezcla de aire del colector solar y aire recirculado, 4. Bandejas con producto, 5. Movimiento del aire hacia la compuerta de salida y 6. Compuerta exterior de salida del aire de secado.

Para la evaluación del secadero y su eficiencia, Augustus (2002) enumera una serie de variables que son convenientes supervisar, las más importantes en relación con el tipo de pruebas a realizar para este trabajo son: temperatura y humedad del aire de secado, y caudal de aire.

La evolución temporal de estas variables monitorizadas a través del sistema de supervisión y control permiten optimizar la utilización eficiente del aire y establecer rangos máximos y mínimos de caudal de aire en los diferentes tiempos de proceso, para así facilitar la penetración del calor al interior del producto y realizar la extracción del agua de composición del alimento; ya que esta se realiza desde el interior a la superficie.

Dissa (2009), indica que en los primeros días del ciclo de secado se puede generar costra superficial que aumenta la resistencia externa del alimento a la transferencia de agua, este efecto indeseable debe evitarse regulando el caudal y temperatura del aire, y las variables que caracterizan cada proceso de secado en relación al producto; Hawlader (2006) denomina esta dureza como cementación, explica que este fenómeno puede bloquear la transferencia de calor, resultando en una disminución de la tasa de transferencia de humedad; esta resistencia está relacionada con la evaporación del agua en la superficie del producto al inicio del secado.



Fudholi (2010) dice que la energía necesaria para el secado de los productos agrícolas se puede determinar a partir del contenido de humedad inicial y final de cada producto. Los productos tienen diferentes velocidades de secado y temperaturas máximas admisibles. Todas las variables descritas anteriormente, tanto las relativas al aire, como las relativas al producto serán tenidas en cuenta en la realización del proyecto como factores primarios de evaluación, constituyendo las variables de entrada para los distintos modelos que permitirán la estimación de parámetros complejos del proceso como velocidad de secado o evolución del contenido de humedad del alimento a lo largo del ciclo de secado

### PAPAYA DESHIDRATADA

La papaya (*Carica papaya* L.) es una fruta ampliamente cultivada en las regiones de tierras bajas tropicales y subtropicales Fernandes (2006). La fruta es rica en vitaminas A y C, y es muy apreciada por sus buenas características organolépticas y sus cualidades nutricionales y digestivas. En la Imagen 1, se puede apreciar su fisionomía, posee una parte comestible color salmón y en el centro de la fruta se encuentran las semillas de color negro de 2 mm de diámetro (no comestibles), su cáscara cambia de tonos verdes hacia naranjas tomando este último color cuando está más madura, siendo ésta no comestible, pero utilizada en la obtención de la enzima papaína, que posee propiedades de degradación y ablandamiento de proteínas.

#### Imagen 1. Papaya



Este fruto es muy susceptible al maltrato durante su manipulación, siendo una característica que limita la exportación a gran escala. Brasil es uno de los principales productores de la fruta y la pérdida total de post-cosecha se estima del 10% al 40% de la producción total (Thomás 2009).

Fuente: [www.ocati.com](http://www.ocati.com)

El presente documento busca presentar una alternativa de conservación de la papaya utilizando el proceso de secado con aire caliente.

Para el secado Rodrigues (2003) recomienda utilizar papayas maduras, con un contenido en sólidos solubles que se encuentren entre 12-15 °Brix, las cuales hayan desarrollado en su mayor parte su proceso de degradación de azúcares, ablandamiento de tejidos y desarrollo de color, lo que permitirá obtener un producto final en trozos de papaya deshidratada dulce, de buen aspecto y color.

Previamente a la operación de secado se realiza el lavado, desinfección, pelado y corte de la papaya. La operación de disminución de tamaño permite diversificar el producto obtenido en función del tipo de corte practicado ya sea en láminas, cubos, cilindros o esferas.

En el estudio realizado por Fernandes (2006) se prueban altas temperaturas (50-70°C), demostrándose que la papaya puede ser expuesta a estas altas temperaturas sin comprometer la calidad del producto. Este es un rango de temperaturas frecuente en el proceso de secado con energía solar. Es importante destacar que en los secaderos de energía solar la temperatura no es una variable controlada ya que está directamente relacionada con la radiación solar obtenida en cada momento de exposición en el proceso.

Karim (2005) en su investigación de secado con frutas tropicales evidenció que las variables de temperatura y velocidad del aire, afectan directamente a la velocidad de secado. Así, observó que la velocidad de secado se incrementó de 0,0132 g de agua por g de m.s. y min a 0,0321 g de agua por g de m.s. y min, al aumentar la temperatura del aire de 40 ° C a 60 ° C. Por otra parte, la velocidad de secado se incrementó de 0,0286 g



de agua por g de m.s. y min a 0,0321 g de agua por g de m.s. y min al aumentar la velocidad del aire de 0,3 m / s a 0,7 m / s a 60 ° C.

El-Aouar (2003) en su investigación establece que en el proceso de secado de papaya, la velocidad del aire y la temperatura influyen fuertemente en la velocidad del secado durante la primera fase del proceso. Sin embargo, durante la fase final del proceso, la temperatura es la variable que ejerce más influencia en la de la velocidad de secado.

### CONCLUSIONES

El proceso de secado de papaya con energía solar, es una opción viable en zonas con características ambientales de elevada radiación solar. Siendo un proceso de bajo costo operacional.

La papaya deshidratada, es un producto de buen potencial comercial por sus buenas características organolépticas, propiedades nutricionales y larga vida útil, tanto en países donde su consumo en fresco no es posible como en el resto de países resultando en una diversificación de la oferta para la comercialización de este producto.

La deshidratación de la papaya, optimiza la utilización postcosecha de frutos maduros y destríos, combatiendo el desperdicio y aprovechamiento en la industria.

### AGRADECIMIENTOS

La autora desea mostrar su agradecimiento a la profesora Eva Cristina Correa Hernando de la E.U.I.T. Agrícolas por su valioso asesoramiento durante la elaboración del presente trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Augustus Leon, M., Kumar, S., & Bhattacharya, S. C. (2002). A comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6(4), 367-393.
- Ayensu, A. (1997). Dehydration of food crops using a solar dryer with convective heat flow. *Solar Energy*, 59(4-6), 121-126.
- Barreiro, P., Diezma, B., Correa, E.C.; Arranz, F.J.; Juliá, E., Bonzon, J., Robla, J.I, Ruiz-García, J.L., Escalona, O., García-Herrero, J. (2009) Estimación del secado de madera empleando sensores de bajo coste. V Congreso Nacional y II Congreso Ibérico Agroingeniería. Lugo. 28-30 septiembre.
- Chen, H., Hernandez, C. E., & Huang, T. (2005). A study of the drying effect on lemon slices using a closed-type solar dryer. *Solar Energy*, 78(1), 97-103.
- Dissa, A. O., Bathiebo, J., Kam, S., Savadogo, P. W., Desmorieux, H., & Koulidiati, J. (2009). Modelling and experimental validation of thin layer indirect solar drying of mango slices. *Renewable Energy*, 34(4), 1000-1008.
- El-Aouar, Â. A., Azoubel, P. M., & Murr, F. E. X. (2003). Drying kinetics of fresh and osmotically pre-treated papaya (carica papaya L.). *Journal of Food Engineering*, 59(1), 85-91.
- Fernandes, F. A. N., Rodrigues, S., Gaspareto, O. C. P., & Oliveira, E. L. (2006). Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. *Food Research International*, 39(4), 492-498.
- Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M. H., Alghoul, M. A., & Sulaiman, M. Y. (2010). Review of solar dryers for agricultural and marine products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 1-30.
- Hawladar, M. N. A.; Perera, Conrad O.; Tian, Min; Yeo, K. L. (2006). Drying of Guava and Papaya: Impact of Different Drying Methods. *Taylor & Francis*, 24, 77.
- Karim, M. A., & Hawladar, M. N. A. (2005). Mathematical modelling and experimental investigation of tropical fruits drying. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 48(23-24), 4914-4925.
- Rodrigues, A. C. C., Cunha, R. L., & Hubinger, M. D. (2003). Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. *Journal of Food Engineering*, 59(2-3), 129-135.
- Sharma, A., Chen, C. R., & Vu Lan, N. (2009). Solar-energy drying systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1185-1210.
- Thomás, G., Rodolfo, H., Juan, M., Georgina, S., Luis, C., Ingrid, R., et al. (2009). Proteolytic activity in enzymatic extracts from carica papaya L. cv. maradol harvest by-products. *Process Biochemistry*, 44(1), 77-82.



## DESTILACIÓN Y AROMATIZACIÓN DIRECTA DE BEBIDAS ESPERITUOSAS A PARTIR DEL VINO

Garrido, Marta<sup>1</sup>; Gómez, Sandra<sup>1</sup>

Tutores: Tesfaye, Wendu<sup>2</sup>

*Departamento de Tecnología de Alimentos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.*

*Correo electrónico: martagg@alumnos.upm.es; sandra.gomez.graciana@alumnos.upm.es*

### RESUMEN

Tradicionalmente las bebidas espirituosas aromatizadas se obtienen macerando las sustancias aromáticas en alcohol natural con su posterior destilación, o bien mediante la adición directa de las sustancias aromáticas en el destilado o combinando los procedimientos anteriores, edulcorando el destilado resultante. Con este estudio se pretende conseguir la aromatización y destilación directa de una mezcla de vinos blancos utilizando plátano, manzana y melocotón. Se realizó la destilación a temperaturas de 100 y 80° C, con maceración directa en una mezcla de vinos blancos o mediante la adición de estas frutas troceadas en una columna de destilación, consiguiendo de esta forma un proceso más económico y de elevada calidad organoléptica. Estos resultados se comprobaron mediante cromatografía de gases que verificó la cantidad de sustancias volátiles extraídas.

**Palabras clave:** *destilado, bebidas alcohólicas aromatizadas, aromatización con frutas*

### INTRODUCCIÓN

Los licores son bebidas hidroalcohólicas aromatizadas y azucaradas que se obtienen por infusión, maceración en alcohol de vino o destilación de sustancias aromáticas como hierbas, raíces, flores, frutas, corteza de árboles, etc. Su graduación alcohólica varía desde los 12 hasta los 75 grados Gay Lussac (GL).

Estas bebidas espirituosas tradicionalmente se obtienen por uno de los siguientes métodos: El primero de ellos consiste en la maceración de sustancias vegetales aromáticas en un alcohol natural y subsiguiente destilación. El segundo método conlleva la simple adición de los extractos de dichas sustancias vegetales a los alcoholes naturales. El último método emplea de manera combinada los dos procedimientos anteriores, edulcorando el resultado hasta tener una riqueza en azúcares de 100 g. por litro de producto acabado, coloreando o no.

El objetivo general de este estudio es realizar a partir una mezcla de vinos blancos la aromatización y la destilación simultánea, utilizando distintos tipos de frutas y temperaturas. Posteriormente estos destilados serán sometidos a un análisis de cromatografía de gases, para analizar los distintos compuestos extraídos en cada uno de ellos. Este experimento no se ha realizado con anterioridad por ningún otro autor.

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### Materia prima

Inicialmente se parte de un vino blanco con una graduación alcohólica media de 12°GL. Para la aromatización del destilado obtenido a partir de este vino, se han escogido tres frutas por su excelente y potente aroma: plátano, manzana y melocotón. El experimento realizado consiste en la obtención de licores aromáticos empleando un método de aromatización y destilación directa a distintas temperaturas que se detalla a continuación.



### Método de aromatización y destilación directa

Para realizar el experimento se utilizó un destilador convencional de laboratorio compuesto por una manta térmica conectada a la red eléctrica, sobre la cual reposaba el matraz que contenía el vino blanco, junto con tres piedras pómez e hilo de cobre para mejorar la formación de esteres y por tanto, la homogeneidad en la destilación. Sobre el matraz se colocó mediante un adaptador una columna de destilación unida mediante un puente al refrigerador estando este conectado a la toma de agua. Tanto el matraz como el adaptador del mismo a la columna de destilación incluían un termómetro para el control de la temperatura del proceso. El refrigerador se conectó a un matraz que recogía el destilado mediante un tubo que llegaba al fondo del matraz y sumergido en 50 mL de agua destilada. Para evitar la pérdida de los aromas esta unión se selló con parafilm.

**Figura 1. Destilador con manzana en la columna de destilado.**



### Procedimiento

Inicialmente se realizó una destilación de la mezcla de vinos sin realizar la adición de fruta, para obtener así una muestra de referencia (control). Para esta destilación se introdujo en el matraz un litro de vino blanco, y la destilación se realizó a 100° C. Posteriormente se realizaron seis procesos de destilación y aromatización directa distintos. Estos procesos se detallan a continuación.

En la primera destilación se añadió al matraz 1 litro de vino blanco, y en la columna de destilación se introdujeron 47,01 gramos de plátano troceado, alternando trozos mitad con cáscara y mitad sin cáscara. Esta destilación se realizó a 100° C hasta la obtención de 600 ml de destilado aromático.

En la segunda destilación se añadió al matraz 1 litro del vino blanco, y en la columna de destilación se introdujeron 43,09 gramos de manzana Golden troceada, alternando trozos mitad con cáscara y mitad sin cáscara. Esta destilación se realizó a 100° C hasta la obtención de 600 ml de destilado aromático.

Para realizar la tercera destilación se añadió al matraz 1 litro del vino blanco, y en la columna de destilación se introdujeron 36,44 gramos de manzana troceada, alternando nuevamente trozos mitad con y mitad sin piel. Esta destilación se realizó a 80° C hasta la obtención de 600 ml de destilado aromático.

En la cuarta destilación se añadió al matraz 1 litro del vino blanco junto con 74,68 gramos de manzana troceada, alternando trozos mitad con y mitad sin cáscara. Esta destilación se realizó a 100° C hasta la obtención de 600 ml de destilado aromático, manteniendo vacía en todo momento la columna de destilación.

Para realizar la quinta destilación se añadió al matraz 1 litro del vino blanco, y en la columna de destilación se introdujeron 52,48 gramos de melocotón troceado, alternando trozos mitad con piel y mitad sin piel. Esta destilación se realizó a 100° C hasta la obtención de 600 ml de destilado aromático.

En la sexta destilación se añadió al matraz 1 litro del vino blanco, y en la columna de destilación se introdujeron 63,66 gramos de melocotón troceado, alternando trozos mitad con y mitad sin piel. Esta destilación se realizó a 80° C hasta la obtención de 600 ml de destilado aromático.



Según se obtuvieron cada uno de los destilados anteriores se fueron traspasando del matraz a botellas de 500 ml de capacidad, cerrados herméticamente por un tapón de rosca y se introdujeron en el refrigerador a 15° C para su mejor conservación.

Una vez obtenidos todos los destilados, se realizó un análisis cromatográfico de gases para la posterior evaluación de cada compuesto extraído tras la destilación. Para ello fue necesario introducir cada muestra en un vial de 1 ml de capacidad previamente filtrado. El cromatógrafo utilizado corresponde al modelo 6.850 Network GC System, que utiliza una columna capilar del modelo J&W 122-1364 E DB-624, a una temperatura máxima de 260° C y con unas dimensiones de 60 m x 250 µm x 1,40µm de espesor nominal. El gas utilizado por dicho cromatógrafo es aire sintético, nitrógeno e hidrógeno. Se inyecta 1 µl de cada vial a una presión de 19,97 psi, con un flujo de inyección de 31,5 ml por minuto. Posteriormente pasa por la columna descrita anteriormente al horno que mide la diferencia de conductividad. El horno tarda 5 minutos en alcanzar los 40° C, ascendiendo 10° C por minutos hasta alcanzar los 250° C (la temperatura máxima que puede soportar es de 280° C).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis cromatográfico de cada destilado se muestran en la Tabla 1. Los compuestos responsables de los sabores y olores afrutados son el acetaldehído, el diacetilo, el acetato de etilo, el lactato de etilo y el acetato de isoamilo. Como se puede observar en la Tabla 1, en general todos ellos aumentan considerablemente respecto al control. Cabe destacar que el acetaldehído del macerado de manzana a 100° C, asciende de 61,4 mg/l en la muestra control a 149,8 mg/l, siendo este el mayor valor alcanzado de este compuesto. También se encuentra una diferencia significativa en los destilados de manzana y melocotón a 80° C, ya que el proceso de destilación al ser mas lento, extrae una mayor cantidad de sustancias. Esto mismo ocurre con el acetato de etilo en los destilados a 80° C. El lactato de etilo y el acetato de isoamilo alcanzan valores máximos en el macerado de manzana a 100° C y en el melocotón a 80° C.

El resto de compuestos aumentan el grado alcohólico y su olor característico, y como se puede observar en la tabla, en general aumentan considerablemente en el macerado de manzana a 100° C y en los destilados de manzana y melocotón a 80° C.

**Tabla 1. Concentración (mg/L) de compuestos extraídos en cada destilado.**

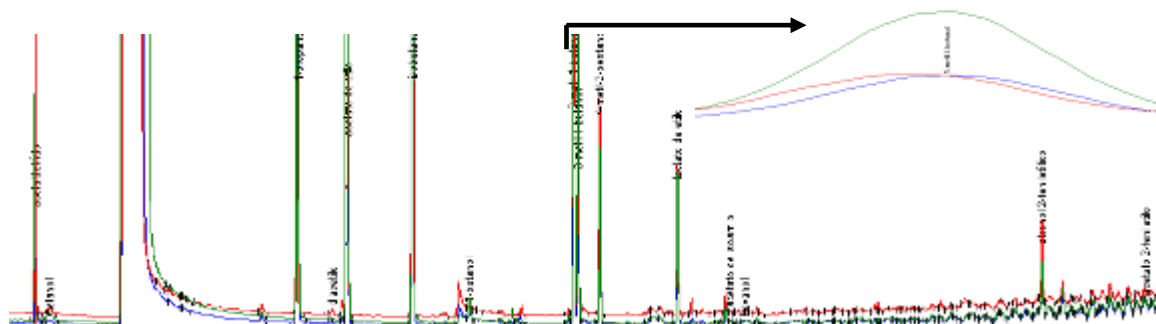
Compuestos extraídos	Control	Plátano 100°C	Manzana			Melocotón	
			100° C	80° C	Macerado 100° C	100° C	80° C
Acetaldehído	61.4	64.7	98.3	101.1	149.8	59.1	142.3
Metanol	4.4	13.7	5.9	6.3	10.4	6.8	14.8
Etol	$2.1 \times 10^5$	$1.8 \times 10^5$	$2.8 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$2.9 \times 10^5$	$1.8 \times 10^5$	$4.4 \times 10^5$
1-propanol	95.8	94.6	136.1	143.9	204.7	76.6	217.7
Diacetilo	0.0	1.1	$7.4 \times 10^{-1}$	$6.9 \times 10^{-1}$	$9.8 \times 10^{-1}$	3.7	1.2
Acetato de etilo	86.5	119.6	212.6	215.9	155.6	117.0	311.8
2-butanol	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
Isobutanol	247.6	317.3	478.8	509.9	702.7	249.5	755.5
1-butanol	4.3	4.4	10.9	6.4	10.2	5.9	7.2
2-metil-1-butanol	187.4	236.9	359.3	385.3	546.1	188.2	572.6
3-metil-1-butanol	35.1	42.5	65.8	71.4	101.6	38.5	102.9
4-metil-2-pentanol	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Lactato de etilo	71.8	57.2	76.4	77.9	92.8	76.5	92.7
Acetato de isoamilo	0.0	0.0	0.0	$8.7 \times 10^{-1}$	5.2	1.3	2.8
hexanol	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
Alcohol2-feniletílico	16.5	11.6	15.0	13.1	13.8	14.6	10.8

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se muestran los cromatogramas obtenidos, en el cual se han superpuesto los resultados obtenidos en el destilado de melocotón a 100° C (color rojo) y a 80° C (color verde), y el obtenido del control (color azul).



**Figura 1. Cromatograma para los destilados de melocotón a 100° C (color rojo) y a 80° C (color verde), y el obtenido del control (color azul) (una ampliación para el pico 3-metil-1-butanol).**



Como se puede observar en la Figura 1, el 3-metil-1-butanol aumenta significativamente en el destilado de melocotón a 80° C, ya que el método de destilación es a menor temperatura y extrae una mayor cantidad de compuestos volátiles y aromáticos.

### CONCLUSIONES

El proceso de destilación que ha obtenido una mayor concentración de sustancias volátiles corresponde al macerado de manzana a 100° C. Este resultado se debe a que la fruta entra en contacto directo con el vino blanco. Los métodos de destilación realizados a temperaturas inferiores a los 100° C, también obtienen una buena extracción de compuestos volátiles al realizarse el proceso de destilación a menos temperatura y por tanto, extraerse componentes más volátiles. Aunque en la destilación por maceración se extraigan compuestos parecidos tanto cuantitativamente como cualitativamente a las destilaciones que se han realizado con la fruta introducida en la columna de destilación, es preciso destacar que en este ultimo caso, son componentes aromáticos puros es preciso destacar que el método propuesto extrae componentes aromáticos puros de la fruta sin estar en contacto con el vino y la calidad del destilado es apreciable.

### AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos dar las gracias a nuestro tutor del trabajo Wendu Tesfaye por su ayuda e implicación para la realización de este trabajo. También queremos agradecer la ayuda prestada a todo el personal del departamento de Tecnología de Alimentos de la E.T.S.I.A.

### BIBLIOGRAFÍA

Burgos, Miguel de. 2007. Alvalleros Editora Técnica.:70-103





## ESTUDIO DE LA CADENA DE INTERNACIONAL DE PORCINO ENTRE ESPAÑA Y CHINA

Ji, Chen; Peña, Sara

Tutores: Briz, Julián; De Felipe, Isabel

*Departamento de Economía y CC.SS. Agrarias. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*  
*chen.ji@alumnos.upm.es, sara.pena@upm.es*

### RESUMEN

La cadena de importación-exportación de porcino entre España y China tiene su inicio en el protocolo de comercio de porcino entre ambos países en 2007. Se observa que el comercio de porcino de España a China no es fluido debido a varios problemas que existen en la cadena. En este artículo se muestra un estudio exploratorio de la estructura de la cadena, las formas de gobierno entre los miembros de la cadena, el uso e intercambio de información, la gestión de la calidad y requisitos sobre seguridad para identificar los posibles problemas. Del estudio se dan algunas conclusiones e implicaciones que son útiles para el desarrollo de estrategias de las industrias españolas.

**Palabras clave:** *porcino Hispano-Chino, cadena de valor, comercio internacional*

### INTRODUCCIÓN

El sector porcino es la producción ganadera más importante en China y en España. China es el mayor productor y consumidor del mundo mientras que España es el segundo mayor productor de Europa (FAOSTAT, 2009). Tanto China como España tienen un papel destacado en el comercio internacional de porcino.

El porcino existente en el mercado chino procedente de España ha entrado a través de Hong Kong, hasta que se ha firmado el acuerdo para el comercio entre el gobierno chino y el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), en noviembre de 2007 (MARM, 2008). Previo al acuerdo, el mercado más importante para los exportadores españoles ha sido Hong Kong, al no existir una vía legal a China (Illán, 2007). Con esta base, se introduce el concepto de la cadena internacional de porcino entre España y China.

Actualmente, sólo once empresas españolas están autorizadas para la exportación a China (MARM, 2009), a pesar de la buena reputación de la calidad de los productos españoles del porcino. Hasta ahora, el movimiento de porcino entre la cadena de porcino hispano-china no ha sido fluido, lo que hace pensar que deben existir problemas que dificultan el comercio del porcino desde España hasta China.

### OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es la motivación del movimiento de porcino desde España a China, analizando las dificultades y los problemas en la cadena. Por esto, un segundo objetivo del estudio es el desarrollo de estrategias para que las empresas españolas de porcino exporten satisfactoriamente a China.



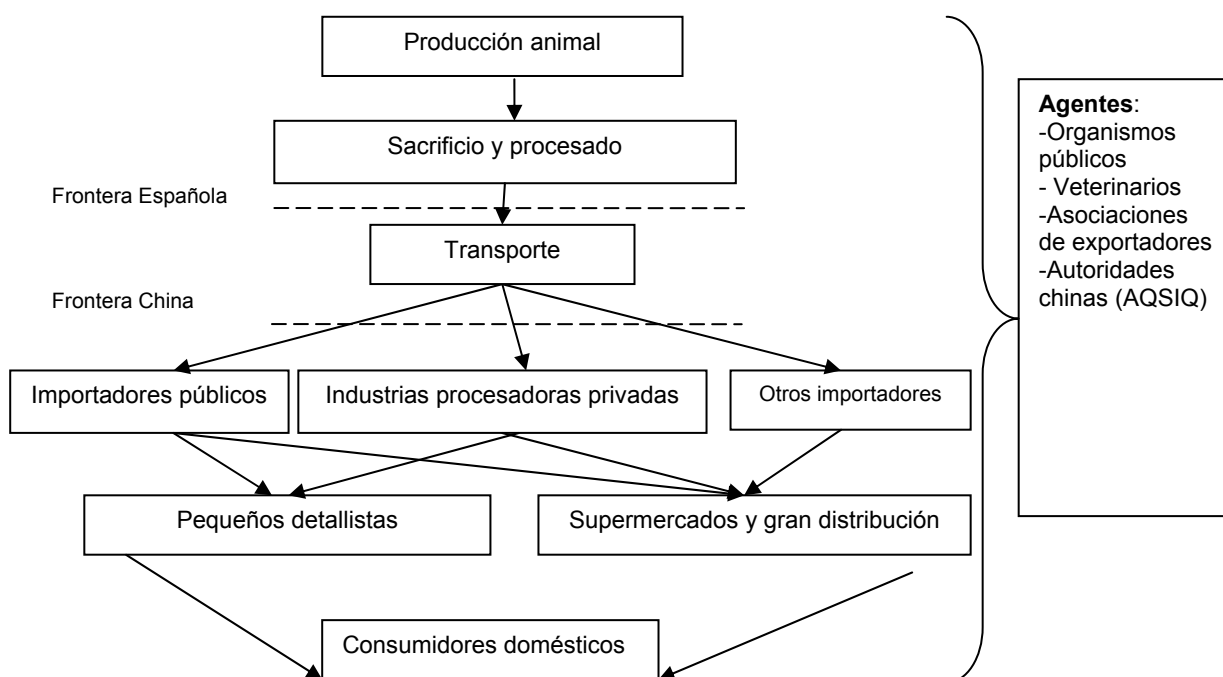
## RESULTADOS

Los resultados más importantes del estudio se describen en esta sección que se estructura de la siguiente manera. En un primer apartado se habla de la estructura de la cadena y los actores implicados, posteriormente, se da una visión de las formas de gobierno, del uso e intercambio de información y finalmente de los sistemas de gestión de calidad.

### Estructura de la cadena y de los actores implicados

La cadena tiene un ámbito internacional y en principio está formada por dos países, por tanto se añaden complicaciones y actores, haciendo la cadena más larga y complicada de lo habitual. La parte española es la que se dedica a la producción animal, sacrificio y procesado del porcino, a continuación se transporta a China, y una vez que entra en el país existen varias posibilidades. En china, se distinguen tres posibles canales de comercialización, uno es a través de empresas públicas, otra es la importación privada y otra es a través de importadores que no procesan el producto (ver Figura 1).

**Figure 1. Estructura de la cadena de porcino Hispano-China**



### Formas de gobierno en la cadena

La relación entre las empresas chinas y españolas está comenzando, y es en el mercado puntual, no existen relaciones que hayan ocurrido en el largo plazo. Las empresas españolas compiten con muchos otros exportadores cuando las empresas chinas deciden importar. Teniendo en cuenta la estructura de las empresas españolas, la mayoría PYMES, y la falta de conocimiento del mercado chino, sería interesante el establecimiento de aventuras conjuntas con industrias chinas para entrar satisfactoriamente en el mercado.

### Uso e intercambio de información

En relación a la información de los productos en el mercado, se presupone que los participantes de la cadena no tienen un intercambio eficiente de información, ya que es



un mercado nuevo. Según un experto en relaciones comerciales, se considera que las industrias españolas de porcino prefieren no implicarse en el trabajo de distribución después de la exportación y concentrarse en la producción, sin mucha motivación en el estudio del mercado objetivo y la mejora de productos para atender las demandas específicas de los consumidores chinos. Por otro lado, al ser un producto nuevo en el mercado chino, es posible que los consumidores chinos no sepan cómo consumir ciertos productos; de hecho, para los chinos, el consumo de jamón es extraño, la carne suele consumirse cocinada. Otro problema que puede aparecer es el adecuado etiquetado e información sobre trazabilidad necesaria de acuerdo a las normas chinas. Es necesario fortalecer el intercambio de información del producto y del mercado con los socios chinos.

### **Sistemas de gestión de calidad**

La seguridad alimentaria sanitaria y la calidad son aspectos de gran importancia para el gobierno chino en el sector porcino debido a problemas sobre seguridad acontecidos en los últimos diez años en China.

Las autoridades chinas han establecido una serie de medidas de aseguramiento de la calidad a las empresas que deseen exportar a China. Las explotaciones deben certificar oficialmente que están libres de dieciocho enfermedades, durante los primeros seis meses de cría de los cerdos (MARM, 2009a).

El gobierno chino, además requiere la certificación oficial de no tener Pleuroneumonía, Gastroenteritis transmisible porcina, Trichinelosis, síndrome respiratorio y reproductivo porcino (MARM, 2009a; EFSA, 2009). El gobierno chino establece los estándares de acuerdo a su situación doméstica, la cual es diferente de los estándares requeridos en la UE o en España, haciendo más complicadas las exportaciones puesto que se necesita una autorización especial fuera de la lista marco, de hecho podría considerarse una barrera no arancelaria que dificulta el comercio de porcino de España a China.

### **CONCLUSIONES**

Del estudio realizado, a continuación se mencionan algunas conclusiones e implicaciones:

En primer lugar, la estructura de la cadena es complicada y muy larga. Existen algunos puntos de la cadena que no están claros, se necesita más investigación para poder mostrar una clara imagen de la estructura de la cadena.

Las transacciones entre las industrias españolas y los importadores chinos son puntuales y no existe ninguna relación contractual más sólida que garantice la relación a largo plazo.

Es necesario que exista un mejor intercambio de información entre los actores de la cadena. El gobierno chino es muy estricto en aspectos de seguridad alimentaria sanitaria y requiere certificados específicos, lo que supone que las compañías españolas necesitan conocer y adaptarse a los requisitos en calidad y seguridad de las autoridades chinas, además el mercado chino es desconocido para las industrias, y es necesario que se realicen estudios sobre el mercado chino y las tendencias de consumo.

Para concluir, la mejora del funcionamiento de la cadena y una mejor satisfacción de los consumidores de productos de porcino españoles, hace necesario que se considere el canal de distribución comercial en China además de tener un adecuado intercambio de información y conocimiento de los estándares de calidad existentes en China.



## BIBLIOGRAFÍA

EFSA (European Food Safety Authority), 2009. Visitado el 30 Noviembre. Disponible en:  
[http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_home.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_home.htm)

FAOSTAT (Food and Agricultural Organization of the United Nations statistics database), 2009. Visitado el 2 Diciembre de 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org/default.aspx>

Illán, E. 2007. El mercado de la carne de porcino fresca y congelada en China, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Pekín. p24, p50, p53. Disponible en:  
[http://www.icex.es/icex/cda/controller/pageICEX/0,6558,5518394\\_5519172\\_5547593\\_4108496\\_49\\_CN\\_p5658362,00.html](http://www.icex.es/icex/cda/controller/pageICEX/0,6558,5518394_5519172_5547593_4108496_49_CN_p5658362,00.html)

MARM, 2008. Procedimiento de registro de empresas alimentarias para la exportación a la Republica Popular China de carne y productos cárnicos cuados de la especie porcina, p1.

MARM, 2009. Listado de establecimientos españoles de producción y procesado de carne y productos cárnicos de porcino para exportar a la R.P. China. Informe publicado el 20 Agosto 2009. Visitado el 27 Noviembre de 2009

MARM, 2009a. Nota Informativa sobre la exportación de carne y productos porcinos a la República Popular de China. Visitado el 28 Diciembre 2009. Disponible en:  
<http://cexgan.mapa.es/Modulos/NotasInformativas.aspx?pais=0>



## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AZÚCAR EN MIELES MEDIANTE EL REFRACTÓMETRO. ¿EXISTE ENGAÑO?

Yáñez, Cristina; Gutiérrez, Blanca; Laguna, María José

Tutor: Tesfaye, Wendu

Departamento de Tecnología de los alimentos. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: Cristina.yanez.rojo@alumnos.upm.es

### RESUMEN

La miel es un producto natural cuya composición varía en función del origen floral, de los factores edáficos y climáticos, del procedimiento usado en su extracción y comercialización. Las mieles están expuestas a una posible adulteración con azúcar por parte del fabricante (Bianchi, 1990).

Debido a las variaciones existentes en la composición de la miel, es necesario realizar un seguimiento para controlar y analizar su calidad y así determinar la existencia o no de fraude.

El objetivo del estudio es realizar un análisis comparativo entre 14 tipos de mieles y revisar si se cumple la normativa.

Mediante las técnicas empleadas, no se ha detectado adulteración o fraude en las muestras analizadas respecto a los azúcares o humedad. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites legales.

**Palabras clave:** miel, índice de refracción, fraude de miel

### INTRODUCCIÓN

La miel se define como la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera* a partir del néctar de plantas o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores presentes en las partes vivas de plantas, que las abejas recolectan, transforman combinándolas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en colmenas para que madure. Además según su origen, se puede clasificar en Miel de flores o Miel de néctar que es la miel que procede del néctar de las plantas o Miel de mielada que es la que procede en su mayor parte de excreciones de insectos chupadores de plantas (Real Decreto 1049/2003).

Este alimento no es uniforme en cuanto a su composición. Aun así, los componentes de la miel son: agua (17,1%), azúcares (82,4%), proteínas (0,1%) y otros componentes que incluyen vitaminas, minerales, sustancias aromáticas y ácidos orgánicos, entre otros (0,4%). Los azúcares son los principales responsables de las características físicas y del comportamiento químico de la miel (Piana et al., 1989). Para evitar la alteración de las mieles es necesario llevar a cabo una buena conservación de la misma y con ello mantener sus propiedades fundamentales: transparencia, color y limpieza.

El objetivo del trabajo es detectar posibles fraudes mediante parámetros (Índice de refracción, color, contenido en sacarosa y acidez); llevar a cabo una comparación entre mieles comerciales y de composición conocida y comprobar si se cumple la normativa en relación a los límites permitidos de sus componentes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el estudio se tomaron 14 muestras de mieles diferentes: dos de ellas de composición conocida y 12 correspondientes a mieles comerciales con diferente origen. Las muestras se sometieron a diferentes métodos de análisis:



### ■ Refractómetro:

El refractómetro permitió obtener una medida del índice de refracción (I.R.) y con ello se calculó el porcentaje de azúcar que contenía la solución. Además, se efectuó la lectura en porcentaje del grado Brix que mide el cociente total de sacarosa disuelta en la muestra. Posteriormente se utilizaron tablas que muestran la relación entre el índice de refracción a una determinada temperatura (20°) y el contenido en humedad de la muestra.

Con el mismo aparato se midieron los índices de refracción de una mezcla a distintas proporciones de jarabe de glucosa (100gr azúcar en 100 ml de agua) y muestra de miel de composición conocida. Se obtuvieron 9 disoluciones de las cuales se determinaron los índices de refracción de cada una de las mezclas y se compararon con los índices de refracción de las 14 muestras de mieles compradas, con el fin de determinar por comparación si alguna de ellas estaba adulterada.

### ■ Espectrofotómetro:

El color de las mieles se determinó por el método Pfund a partir de la absorbancia, obtenida por espectrofotometría, con la siguiente fórmula:

$$\text{Mm PFund} = - 38,70 + 371,39 \times \text{Absorbancia}$$

Las muestras se prepararon de la siguiente manera:

- Pesar 5 gramos de cada una de las mieles en un vaso de precipitados de 50 ml, agregar 3 ml de agua destilada y disolver con varilla de vidrio. Llevar a 10 ml con agua destilada.
- Colocar la solución en el espectrofotómetro en cubetas de 1 cm y dejar reposar de 10 a 15 minutos antes de realizar la lectura a 635 nm (Montenegro et al., 2005).

### ■ Medición del pH:

Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro de marca Crison micro pH 2000, que se calibró previamente con soluciones patrón tampón de pH 7 y pH 4.01 de marca Panreac.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el trabajo se ha recurrido a parámetros de fácil determinación y a aparatos de uso rutinario.

### ■ Grado Brix:

El grado Brix mide los gramos de azúcar por cada 100 g de solución. Según la norma de calidad (Real Decreto 1049/2003) el contenido de azúcar en la miel no debe ser menor 60g/100g, con lo cual se puede concluir que todas las muestras cumplen. El valor de este parámetro en las muestras de mieles estudiadas representa su valor mínimo en la M7 (79,80) cuyo origen es de eucalipto y el valor máximo para la M13 (83,33) cuyo origen es milflores.

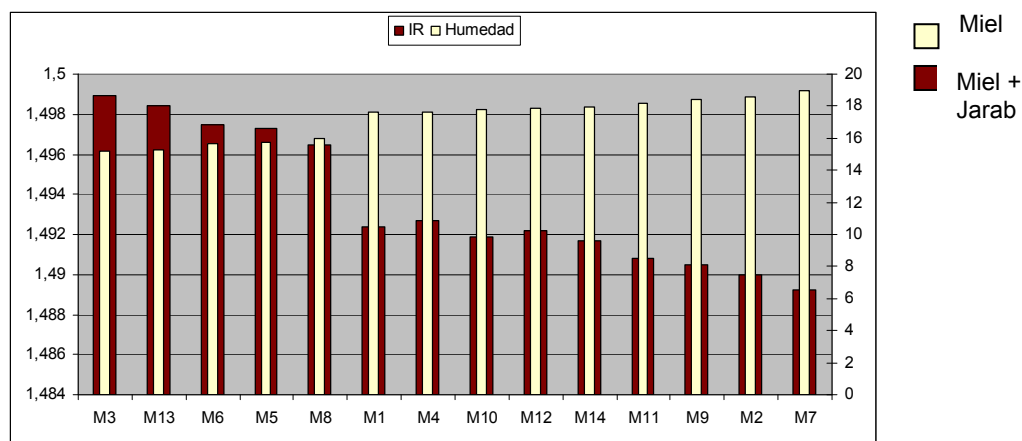
### ■ Índice de refracción (IR) y humedad:

El índice de refracción osciló entre 1,4892 y 1,4989; correspondiendo el mínimo valor con el máximo de humedad (19%) y el máximo con el mínimo (15.2%).



Como método de detección de fraudes se compararon los índices de refracción de las 9 disoluciones- mezcla (distintas proporciones de jarabe de glucosa) con la miel (Figura 1). El resultado fue que las muestras no fueron adulteradas con azúcar añadido (White, 1969; Infoagro, 2010).

**Figura1 Correlación: Índice de refracción-Humedad**



#### ■ Color:

Del total de las muestras analizadas, una de ellas es ámbar claro, tres son ámbar y diez son oscuras. El rango correspondiente del Pfund para incluir a las mieles dentro de un color es entre 50-85 para ámbar claro; entre 85-114 para ámbar y más de 114 para las de color oscuro.

El color es muy variable. La miel de romero generalmente presenta una tonalidad clara como se aprecia en la M3, que es ámbar claro, aun así la M4, se clasifica según su absorbancia dentro de la tonalidad oscura. Las mieles de origen artesanal o de composición conocida: M2, M6 y M10 presentan mayoritariamente un color oscuro. Las mieles artesanales a diferencia de las industriales suelen tener tonalidades oscuras y se aprecia a simple vista que son menos homogéneas. La tonalidad oscura puede ser debida en parte a la fuerte tradición de los pueblos de elaborar mieles de brezo. En las mieles cuyo origen es milflores observamos diferentes tonalidades. De las siete muestras con este origen, cuatro de ellas presentan tonalidad oscura y tres de ellas color ámbar. La miel de eucalipto presenta color oscuro para esta determinada muestra aunque puede variar dependiendo de la época de recolección, puede ser clara u oscura (Piana et al., 1989).

#### ■ PH:

La miel tiene un pH ácido (3.5 - 4.5). Esta acidez se debe a la presencia de ácidos orgánicos y representa un importante factor antimicrobiano.

De las 14 muestras analizadas se obtuvo un rango de pH entre 3,10 y 4,43. El menor valor corresponde a la M8 de origen milflores y el mayor valor corresponde a la M6 de origen artesanal. Se observa que las mieles de milflores tiene valores entre 3,29 y 3,86, las mieles artesanales tienen valores que oscilan entre 3,83 y 4,43, y las de romero entre 3,95 y 3,99. Por ello se puede concluir que se cumple la normativa porque lo normal es que la miel tenga unos valores en torno a 3,9. No es recomendable que la miel sobrepase un pH mayor a 4 (Piana et al., 1989). Este hecho es observable en la M6.

**Cuadro1. Resumen de los resultados de los parámetros de análisis**

MUESTRA	PH	Media	mmPfund	Color por absorbancia	Color por mm Pfund	IR	Humedad	G brix	origen
M1	3.86	0.51720	153.380	oscura	oscura	1,4924	17,6	81,03	Milflores
M2	3.83	0.54463	163.570	oscura	oscura	1,4900	18,6	80,15	ARTESANAL
M3	3.99	0.25853	57.315	ámbar claro	ámbar claro	1,4989	15,2	83,53	Romero
M4	3.95	0.46773	207.850	oscura	oscura	1,4927	17,6	81,07	Romero
M5	3.29	0.66386	207.850	oscura	oscura	1,4973	15,7	81,93	Milflores
M6	4.43	0.65383	204.130	oscura	oscura	1,4975	15,7	82,96	ARTESANAL
M7	3.67	0.51846	153.850	oscura	oscura	1,4892	19,0	79,80	Eucalipto
M8	3.10	0.35113	91.710	ambar	ambar	1,4965	16,0	82,03	Milflores
M9	3.57	0.97406	323.056	oscura	oscura	1,4905	18,4	80,28	Jalea Real
M10	4.06	0.57670	173.250	oscura	oscura	1,4919	17,8	80,76	ARTESANAL
M11	3.68	0.38701	105.032	ambar	ambar	1,4908	18,2	80,26	Milflores
M12	3.70	0.35106	91.680	ambar	ambar	1,4922	17,9	80,93	Milflores
M13	3.50	0.48066	139.812	oscura	oscura	1,4984	15,3	83,33	Milflores
M14	3.54	0.47226	136.693	oscura	oscura	1,4917	17,9	80,73	Milflores

**CONCLUSIONES**

Existe una variabilidad importante dentro de las mieles de origen milflores tanto en el color como en el pH que tiene un rango de valores amplio.

La miel que tiene menor contenido de azúcar es la de eucalipto, comparándola con las artesanales, las de milflores y las de romero.

Las mieles artesanales tienden a valores de pH y humedad elevados.

La conclusión más importante de este estudio es que no existe engaño. No hay fraude.

**AGRADECIMIENTOS**

Queremos dar las gracias a nuestro tutor del trabajo Wendu Tesfaye por su ayuda y al personal del departamento de Tecnología de los Alimentos.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Bianchi, G.M. *Control de calidad de la miel y la cera*. Roma (1990), 69.
- Montenegro, S.B ; Avallone, C.M ;Crazov, A ; Aztarbe, M ; *Variación del color en miel de abejas*. (2005) Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.
- Piana, G ; Ricciardelli D'albore, G ; Isola A. *La miel* (1989) Mundiprensa, 106.
- Ministerio de la Presidencia, Real Decreto 1049/2003 del 1 de agosto. Norma de calidad relativa a la miel. BOE num. 186, pp 30181-30183.
- W. White Jonathan ; *Mosture in Honey*. Review of Chemical and Physical Methods. Journal of the AOAC, vol 52 (1969).
- <http://www.infoagro.com>





## ¡NO MEZCLES CHURRAS CON MERINAS!

De la Mata, Elena; Vilches, Enrique; Arribas, Sara  
Tutores: Alvir, María R.

*Departamento de producción animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica*  
*Correo electrónico: elena.mcallesjo@alumnos.upm.es; e.vilches@alumnos.upm.es;*  
*sara.arribas.valero@alumnos.upm.es*

### RESUMEN

Tradicionalmente en Castilla y León, el animal característico de la ganadería ovina ha sido la oveja Churra. Se trata de una raza autóctona de la península utilizada principalmente para la producción de leche y carne, muy apreciada por su rusticidad, que le permite soportar temperaturas extremas y caminar largas distancias en busca de alimento. Morfológicamente se trata de un animal de proporciones alargadas y tamaño medio, de lana basta y cola corta, cuya principal característica en la coloración negra en cara y orejas. Esta última característica la convierte en fácilmente distinguible con su competidora: la oveja merina.

Esta otra raza es originaria del norte de África, desde donde fue introducida por los musulmanes. Sus características productivas hicieron que fuera inmediatamente adoptada por el Real Concejo de la Mesta, pasando a formar parte del paisaje habitual sobre las llanuras meseteñas. Es una oveja compacta, de patas cortas y larga lana, fina y rizada muy apreciada en la industria textil. Esto la convirtió de inmediato en el producto preindustrial más rentable para el reino de Castilla, que creó y defendió para ella el complejo sistema de la Mesta.

**Palabras clave:** ovino, aptitud productiva, razas

### INTRODUCCIÓN

La oveja Churra se caracteriza por dar buena carne y gran cantidad de leche. Es blanca y tiene manchas circulares negras alrededor de los ojos, en el hocico, orejas y patas. Hay confusión con respecto a su origen, se baraja que podría haber sido una variedad autóctona de la península ibérica desde el Paleolítico o introducida por los celtas hace unos 3.000 años.

La oveja Merina da poca cantidad de leche, también tiene una buena carne y su lana es de gran calidad. Actualmente son blancas enteramente (aunque existe la oveja Merina negra). También hay controversia con respecto a su origen, que se localiza en el sur de España o en el norte de África.

### CENSO Y SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN EN LA PENÍNSULA

Churra: La raza Churra es un claro ejemplo de explotación según el modelo ovino/cereal, bajo la modalidad de ganado conducido. El censo del año 2000 cifraba en 1.500.000 los ejemplares de raza churra lo que representa el 9,5 % aproximadamente de todo el censo ovino español (datos obtenidos: Raza Nostra). Esta cifra representa el 40% del ovino de leche en España, lo que da idea de su importancia en este sector. Su evolución ha sido negativa en los últimos años, debido a la introducción de razas extranjeras, como la Assaf, especializadas en la producción láctea. Sin embargo, al par de la reducción censal la calidad ha sufrido una notable mejora; es decir, la raza Churra ha mejorado de forma considerable.

En cuanto a la localización geográfica de la raza, está presente en 39 provincias de las 50 existentes (datos obtenidos en MARM). La zona principal coincide con la submeseta



norte del centro peninsular, y más concretamente con el valle del Duero (León, Palencia y Burgos, que encuadran el 80% del censo). Los rebaños de la cuenca del Duero orientan su producción mayoritariamente hacia el sector lechero, los que se encuentran fuera de esta zona se centran más en la producción de carne.

**Merina:** El censo actual es de 4.500.000 de cabezas aproximadamente, que suponen el 20% del censo ovino español, situándola en el primer puesto. Hay que destacar que siendo la raza más ligada a la cría extensiva, ha superado bien el proceso de intensificación registrado por toda la ganadería lanar española. Considerada en el contexto de la ganadería nacional, mantiene su rango principal, tanto por su mayor censo como por ser instrumento revalorizador de áreas difíciles, impropios para otros ovinos, y seguir rindiendo materia prima para la poderosa industria textil, además de por la capacidad de organizarse bajo sistemas pastoriles de alta rentabilidad.

La distribución del merino queda claramente estructurada en una zona principal, cuyo censo ovino tiene más del 75 por 100 de rana Merina (parte central y sur de Extremadura y oeste de Andalucía), rodeada de una franja donde todavía la raza Merina está en mayoría (más del 50 por 100) denominada areola de dominio, y ésta a su vez protegida por una tercera banda muy limitada (5 al 25 por 100 del total) que constituye la cubierta erosionada. Para completar el esquema resta por agregar el emplazamiento montañoso con tres localizaciones principales y una secundaria. Aquéllas son: el Macizo Central (Ávila y Segovia), el Macizo Ibérico (Soria y la Rioja), ambos con contingentes trashumantes, y la Montaña de León. Es secundario el asentamiento de los Montes Universales (datos obtenidos: Raza Nostra).

El tamaño o número de cabezas por explotación, varía ampliamente. En este sentido, siendo que en el área del Merino es donde se dan las explotaciones de mayor tamaño, a veces de más de 1.000 ovejas, sin embargo, un elevado porcentaje del censo de Merino se halla en explotaciones de menos de 100 ovejas. Frente al régimen de pastoreo permanente de las ovejas Merinas, en los corderos generalmente se aplica un sistema intensivo.

### APTITUDES PRODUCTIVAS

**Merina:**

- Lana: En cuanto a la lana existe una escala de clasificación de la calidad de la lana, esta escala se divide en blanca y negra. Dentro de la blanca existen ocho clasificaciones obteniendo esta raza las tres clasificaciones más altas, I, II y III con merino fino, medio y alto, respectivamente. Sin embargo la raza Churra obtiene el octavo puesto en la escala de clasificación; (Buxadé, 1995). El objetivo principal de la explotación de la raza Merina ha sido, de siempre, la producción de lanas finas. Sin embargo, en las últimas décadas, en algunos países entre los que se incluye a España, por razones económicas se ha cambiado el objetivo, orientándola hacia la carne. En cualquier caso, la raza Merina sigue siendo la raza por excelencia para la producción de lana. En la tabla 1 se indican las características de la lana producida por la raza Merina.

**Tabla 1. Características de la lana producida por la raza Merina.**

	Moruecos	Ovejas
Peso del vellón (kg.)	5,2	3,4
Diámetro de la fibra (micras)	22,0	21,0
Longitud relativa (mm)	70,9	70,6
Ondulaciones por decímetro (nº)	62,7	66,2
Rendimiento al lavado (%)	Entre el 38 y el 47 %	
Fuente: Raza Nostra		



- Carne: En la tabla 2 se pueden apreciar las características en cuanto al crecimiento de los corderos merinos, podemos observar que nacen con un peso medio de 3,8 kg, y a los 90 días los machos alcanzan pesos aproximados de 27,4 kg y las hembras 22,6 kg

**Tabla 2. Características del crecimiento de los corderos merinos**

Crecimiento de los corderos de raza Merina					
Sexo de los corderos	PESO (Kg)				Ganancia media diaria (G.M.D.) (gramos)
	Al nacimiento	A los 30 días	A los 60 días	A los 90 días	
Machos	3,9	11,0	21,5	27,4	302
Hembras	3,7	10,1	19,5	22,6	280

Fuente: Daza (1997)

La participación de las distintas regiones anatómicas o piezas comerciales en la canal de cordero merino, así como su categoría comercial se expone en la tabla 3. De acuerdo con los datos expuestos, la participación en la canal de las distintas regiones anatómicas, según categoría, es la siguiente: piezas de 1ª categoría (pierna, costillar y badal representa el 60,4%; la espalda la única pieza de 2ª categoría, el 19,9% y de 3ª categoría (cuellos y bajos) que representan el 19,7%. La calidad de la carne de cordero de raza Merina viene determinada por su textura, terneza (como corresponde a animales jóvenes bien criados), aroma, bouquet y jugosidad, condicionados en parte por la calidad y distribución de la grasa.

**Tabla 3. Características de las piezas de la canal de cordero merino**

Región anatómica	Participación total de la canal	Categoría
Pierna	33,1 %	1ª
Costillar	20,6 %	1ª
Badal o costillas descubiertas	6,7 %	1ª
Espalda o paletilla	19,9 %	2ª
Cuello	6,4 %	3ª
Bajos	13,3 %	3ª

Fuente: (S. I. A. 1990)

- Leche: La oveja Merina, tradicionalmente, explotada en un régimen ampliamente extensivo, sin otra alimentación que la obtenida en pastoreo, la producción de leche era muy baja, incluso insuficiente para alimentar a la cría en su primera edad. El ordeño se limitaba a un reducido número de explotaciones durante un periodo de 15 – 20 días, después de la retirada de los corderos, a efectos de obtener algunos quesos para el consumo familiar. Los rendimientos de 200 gr. por oveja y día se consideraban aceptables.

En general, el periodo de lactación de la oveja Merina se divide en dos fases; una, de 60 días, que se corresponde con el periodo de cría del cordero, y, otra, de 50 – 70 días, orientada al ordeño. La producción media de leche obtenida por oveja y año se puede estimar entre 30 y 50 litros. La composición de la leche entra dentro de los siguientes porcentajes: grasa: del 7 al 10%; proteína: del 5 al 7%; y extracto seco: 19 al 21%. La leche obtenida en el ordeño de la oveja Merina es destinada a la fabricación de queso. En este sentido, han adquirido gran fama, por su elevada calidad, los quesos tipo: “Serena”, “Casar” y “Pedroches”, entre otros, obtenidos con leche de oveja Merina.



Las características del queso, *Torta de la Serena*, se resumen a continuación:

- Elaborado en la Comarca de la Serena (Badajoz) con leche de oveja Merina, a la que tradicionalmente se añadía cuajo vegetal y cloruro sódico.
- Dispone de *forma* cilíndrica aplastada, de 25 a 35 cm de diámetro y 4 a 7 cm de alto. El peso aproximado es de 1 kg.
- *Corteza*, ligeramente seca, parcialmente estriada y de color amarillento.
- *Pasta* blanda, compacta, blanco-amarillenta, de sabor y aroma "sui generis".
- La *maduración* se alcanza a los 15 – 25 días.

#### Churra:

La producción reina de la raza Churra es la leche, pero también rinde carne de calidad y lana basta (tipo VIII). En la tabla 4 se muestran las características de producción de leche de la raza Churra. Los datos medios de producción de leche normalizada a 120 días asciende a 110 litros pero pueden alcanzar hasta un máximo de 300 kg a lactaciones de 120 días. La composición media de la leche de oveja churra según datos de Daza (1998) es de 5,85% de proteína y de 6,65 % de grasa. La leche de la raza Churra es la materia prima de los célebres quesos regionales de Villalón y Burgos, son quesos mezcla con leche de vaca. Actualmente contribuye en la elaboración del queso con D. O. Queso Zamorano, junto con la leche de la raza castellana.

**Tabla 4. Características productivas de leche de la raza Churra**

Producción de leche	Producción media 120 días (kg) (PM)	Producción máxima 120 días (kg) (PMax)	Proteínas %		Grasa %	
	110	391	P.M.	P.Min.	P.M.	P.Min.
Fuente: Daza (1997)			5,85	5,69	6,65	6,16

A continuación, en la tabla 5 se muestran las características productivas de carne de la raza Churra. Al tratarse de una raza de aptitud lechera los corderos se sacrifican con una edad en torno a los 35 días y con pesos aproximados de 9-10kg, corderos que se denominan lechazo de Castilla y León.

**Tabla 5. Características de producción de carne de la raza Churra**

Producción de carne	Peso nacimiento (kg)	Peso 30 días (kg)	Peso 90 días (Kg)
	3-4	9-10	20-22
Fuente: Daza (1997).			

### CONCLUSIONES

Tras lo expuesto en los puntos anteriores, podemos llegar a la conclusión de que no se pueden mezclar Churras con Merinas, aunque las dos razas sean de la familia de lo ovinos, por sus grandes diferencias morfológicas y productivas.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a las profesoras de la asignatura IPPA: Pilar García, María Jesús Villamide, Nuria Nicodemus, y en especial a nuestra tutora del trabajo Maria Alvir, que ha realizado un gran esfuerzo y dedicación para intentar que este trabajo salga lo mejor posible.

### BIBLIOGRAFÍA

- Buxadé (1995). Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo VIII, Producción ovina. Ed. Mundi Prensa. Madrid
- Daza (1997). Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Ed. Mundi Prensa
- S.I.A. (1990). Servicio de Investigaciones Agroalimentarias de la Diputación General de Aragón.
- Raza Nostra. <http://www.razanostra.com/merina.asp>



## EVOLUCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN REGIONAL PARA EL DESARROLLO EN CHINA: LECCIONES DE EXPERIENCIA PARA AFRONTAR EL SIGLO XXI

Xu, Jiannan<sup>1</sup>

Tutor: Yagüe, José Luis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Máster en Planificación y Gestión Sostenible del Desarrollo Rural-Local. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Departamento de Proyectos y Planificación Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid  
Correo electrónico: ave-hui@hotmail.com

### RESUMEN

Muchos países han abordado un proceso de reflexión en el que la descentralización como estrategia para promover el desarrollo de los territorios ocupa un papel destacado en la agenda política. Este hecho alimenta el debate sobre la necesidad de una reestructuración del espacio nacional, en definitiva de una regionalización para aplicar las políticas de desarrollo. El objetivo de esta investigación es aportar una visión general del proceso histórico de la toma en consideración de la cuestión regional en la República Popular China. Para ello, se han identificado dos grandes etapas y se muestra una síntesis de los principales cambios sufridos que muestran la orientación de la planificación regional y que permiten intuir las nuevas líneas de trabajo de cara al futuro.

**Palabras clave:** *República Popular de China, planificación regional, desarrollo regional*

### INTRODUCCIÓN

Aunque China es un país de historia milenaria, podemos tomar como punto de inicio en cuanto a la estructuración regional el Periodo de Primavera y Otoño (770-476 B.C.), en que se puso en marcha un sistema de administración local—el sistema de Prefecturas y Condados. En el año 221 B.C., el emperador inicial de la dinastía Qin unió todo el territorio de China por primera vez, él implementó el sistema de Prefecturas y condados en toda la nación, y dividió el país en 36 prefecturas (Bu, 2009). Desde entonces, el territorio y la división administrativa de China ha experimentado constantes cambios en las dinastías siguientes, hasta que la dinastía Qing (1636-1911A.D.) estableció la base del territorio chino tal y como hoy día lo conocemos (Hu, 2006) (Imagen 1).

**Imagen 1. Territorio y División de la Dinastía Qing (1840 A.D.)**



Fuente: Mapa, 2009, 3



## EL PERIODO DE MAO (1949—1978)

La República Popular de China fue fundada el primero de octubre de 1949. Desde aquel momento China comenzó el período de la historia contemporánea (Sue, 1994). En los primeros 10 años, hubo muchos ajustes en el ámbito de la división territorial (Chen and Zhang, 2009). Entre los años 1949 y 1954, el gobierno central estableció la estructura de transición de Área Administrativa Mayor como el nivel más alto de la administración local (Dong and Liu, 2007) (Imagen 2, izq.). El número de los órganos a nivel provincial pasó de 50 en 1949 a 54 en 1952, y bajó a 29 en 1959 (Tabla 1).

**Imagen 2. División administrativa territorial en 1949 y 1978**



Fuente: Mapa, 2009, 3

Entre los años 1959 y 1978, el número de los órganos a nivel provincial no había cambiado sustancialmente (Tabla 1), pero sí hubo ajustes de los territorios de provincias. Por ejemplo, en julio de 1969 las relaciones entre China y Rusia fueron tensas. Al considerar la posibilidad de una guerra las partes este y noreste de Mongolia interior fueron incorporadas a las provincias conectadas. Por lo tanto, la frontera nacional en Mongolia se acortó. Las partes mencionadas fueron devueltas a Mongolia Región Autónoma en mayo 1979 (Dai, 1999) (Shi, 2009) (Imagen 2, dcha.).

**Tabla 1. Evolución en el número de los diferentes niveles territoriales**

	1949	1950	1952	1953	1954	1955	1956	1958	1967	1988	1997	1999
<b>Área Admin. Mayor</b>	6	6	6	6	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Nivel de Provincia</b>	50	53	54	47	31	32	30	30	30	31	33	34
Provincia	30	29	29	30	25	26	23	22	22	23	23	23
Región Autónoma	1	1	2	1	1	1	2	4	5	5	5	5
Municipio	12	13	13	14	3	3	3	2	3	3	4	4
Oficina Ad.	5	8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Localidad	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x	x	x
Región	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x	x	x
Región Admin. Especial	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	2

Fuente: Departamento de administración civil del República Popular de China, 1986-2006, China Mapa Prensa; Departamento de administración civil del República Popular de China, 1998, China Sociedad Prensa

En definitiva podemos considerar este como un periodo de búsqueda constante de una estructura territorial administrativa que respondiese a las demandas del nuevo modelo de Estado.





### EL PERIODO DE REFORMA Y APERTURA (Desde 1978-actualidad)

En 1988 China estableció la provincia Hainan, en 1997 estableció el Municipio Chongqing y Región Administrativa Especial Hongkong, y en 1999 estableció la Región Administrativa Especial Macao, respondiendo de este modo al conocido “un país, dos modelos”. Desde entonces, la división administrativa de órganos a nivel provincia se ha mantenido por primera vez constante (Departamento de administración civil de la Republica Popular de China, 1986-2006). Estos últimos cambios anticipan ya como la preocupación va a girar no tanto hacia una regionalización con fines administrativos como hacia una regionalización con fines de desarrollo económico.

Así, en el séptimo Plan Quinquenal (1986-1990), China empezó a dividir el país en diferentes zonas económicas. Tomando la costa oriental como la base y apoyo de tecnología. China puede invertir los recursos centrales, y luego promover el desarrollo en la región occidental (El Departamento de Estado, 1986) (China Mapa Prensa, 2009) (Imagen 3, izq.).

**Imagen 3. Planificación por regiones económicas en 1986 y 1996**



Fuente: China Mapa Prensa

Puesto que China es un país grande, dentro de las zonas económicas, el nivel, el carácter y la situación del desarrollo económico en cada zona es diferente. Por ejemplo, el norte tienen más recursos minerales e industria pesada, mientras que el sur tiene más recursos hídricos. De este modo, en el noveno Plan Quinquenal (1996-2000) China da un nuevo paso al dividir el país en siete zonas económicas para que cada zona pudiera desarrollarse según su propio carácter y situación (Imagen 3, dcha.). La zona I es la Zona Económica de Boai: tiene Beijing como núcleo y está compuesta por las áreas claves que la política nacional orienta a desarrollar. La zona II es la Zona Económica Nordeste: su industria del petróleo, productos químicos, equipos de minerías y eléctricos, equipos de transportes tienen la mayor importancia en todo el país. La zona III es la Zona Económica del Delta Yangzi y Yujiang: es la zona principal de la economía y tecnología de China, basada en la utilización de recursos agrícolas locales, dominada por industrias ligera y textil, pero también con industria pesada, esta zona tiene un sistema complejo de desarrollo económico. La zona IV es la Zona Económica Centro: es la zona de transición entre zonas económicamente desarrolladas y el oeste, posee unas condiciones naturales muy favorables tanto de suelos, iluminación, temperatura y disponibilidad de agua, que hacen que esta zona tenga una base agrícola importante. La zona V es la Zona Económica de la Costa Sureste: es la fuente de la Reforma y Apertura, ya que las Zonas Económicas Especiales están concentradas por aquí y el nivel de ingreso es el más alta de China. La zona VI, Zona Económica Sudoeste, tiene una cartera de recursos de buena estructura, pero falta explotación. La zona VII, Zona Económica Noroeste, tiene un entorno ecológico muy frágil pero con abundantes recursos naturales, especialmente recursos



de energía y mineral. En esta última zona viven muchas etnias minoritarias y el nivel de desarrollo económico conjunto es bajo (Departamento de Estado, 1996).

## CONCLUSIONES

Desde la fundación del República Popular de China, se han sucedido muchos cambios en la planificación regional, fundamentalmente desde una óptica administrativa, pero hasta hoy, todavía existen problemas de ajuste. Por ejemplo, la demarcación de Mongolia Región Autónoma es estrecha y larga, repartidas en más de 2.400 kilómetros desde el este al oeste. Desde la perspectiva a largo plazo de desarrollo, una fragmentación y nueva combinación de las provincias, reducir la extensión del territorio a fin de mejorar la eficiencia de la administración local, se convertirá en una necesidad. Sin embargo, la innovación y ajuste de la división administrativa es una cuestión complicada y sensible, hay que dar plena consideración al desarrollo económico, condiciones geográficas, densidad de la población y otros elementos objetivos, también es imprescindible mantener la estabilidad social, armonía en las reacciones étnicas y otros factores humanos (Chen and Zhang, 2009; Fan, 2007). Por ello el trabajo desde una óptica del desarrollo regional como ha venido haciéndose en la última etapa puede ser más adecuado y ayudar a encontrar una regionalización que ayude aún más al desarrollo integral de todos sus territorios desde una óptica específica para cada uno de ellos.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi tutor José Luis Yagüe Blanco para ayudarme a completar este artículo, y a Cheng Long para ayudarme a buscar informaciones en China.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bu Qinghua, 2009, Evolución Histórica de la División de Administración de China, Mapa, 2  
Chen Shengyong, Zhang Bingxuan, 2009, Cambios y Perspectivas de la División Administrativa de China y las Relaciones entre Niveles de Gobierno en los Últimos Sesenta años, Jornada de la Universidad de Zhejiang Gongshang, 5  
China Mapa Prensa, 2009, Región geográfica de China,  
<http://www.chinamap.com/HTML/baodaoshuoming2.aspx>  
Dong Jing, Liu Wenguang, 2007, El Principio y Fin del sistema del Gran Región Administrativa en la Inicial del People's Republic of China, Visicitudes, 2  
Departamento de administración civil del Republica Popular de China , 1986-2006, Manuales de Divisiones Administrativas del República Popular de China, China Mapa Prensa  
Departamento de administración civil del Republica Popular de China, 1998, Historia de Divisiones Administrativas de la República Popular de China 1949-1997, China Sociedad Prensa  
El Departamento de Estado, 1986, Séptimo Plan de Cinco Años  
El Departamento de Estado, 1996, Noveno Plan de Cinco Años  
Fan Jinzhao, 2007, El Estado y Problema del Cambio del Cambio de la División Administrativa en China, Estudio de China Contemporáneo, 1  
Hu Xingjun, 2006, Evolución Histórica de China en el Territorio Unificado, Mapa, 6  
Shi Weile, 2009, Cambio de la Región Administrativa de la República en los Últimos Sensenta Años, Mapa, 3  
Sue Williams, 1994, CHINA Trilogy: los Años de Mao: 1949-1976, Ambrica Producciones





## LA SOSTENIBILIDAD DEL REGADÍO: PASADO, PRESENTE Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Herguedas, Miguel Ángel

Tutora: Rodríguez, Leonor

*Departamento de Ingeniería Rura. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: herguedasgarcia@gmail.com*

### RESUMEN

El desarrollo, modernización y expansión del regadío durante las últimas décadas ha tenido como objetivo aumentar la eficiencia en el uso del agua, sin embargo no ha considerado la eficiencia energética. El aumento de la superficie de zonas regables en cuencas deficitarias y el aumento del coste de la energía en los últimos años, hacen que el regadío se vea inmerso en una dinámica donde su sostenibilidad queda en entredicho. Además, la falta de información adecuada y apoyo económico para concienciar a los usuarios del agua hacen difícil mejorar la eficiencia energética de los sistemas de riego.

Así, un gran reto de este siglo, será alcanzar en un futuro no muy lejano, regadíos sostenibles y respetuosos con el entorno natural que los sostiene. La viabilidad del regadío, pasa por aunar las nuevas tecnologías de reaprovechamiento hídrico-energético, junto a las ya existentes, y reforzar, además, la estructura agraria a fin de hacer frente a los ya patentes efectos del cambio climático.

**Palabras clave:** *eficiencia energética, regadío, sostenibilidad*

### EVOLUCIÓN DEL REGADÍO

Gracias a los grandes avances a lo largo de la historia, la relación hombre, agua y energía, en la actualidad y cada día de un modo más acentuado, se materializa en el uso de la energía potencial contenida en el agua.

España cuenta actualmente con una superficie de 3.454.637 ha de regadío, que representan una superficie agrícola útil del 13 % (de la superficie agrícola útil total) con una enorme relevancia, no sólo económica, sino también social y ambiental. El 50% de la producción final agraria deriva de ese 13%, siendo el valor bruto de la producción 6 veces mayor que la de secano. (*Fuente: P.N.R, MARM 2009*).

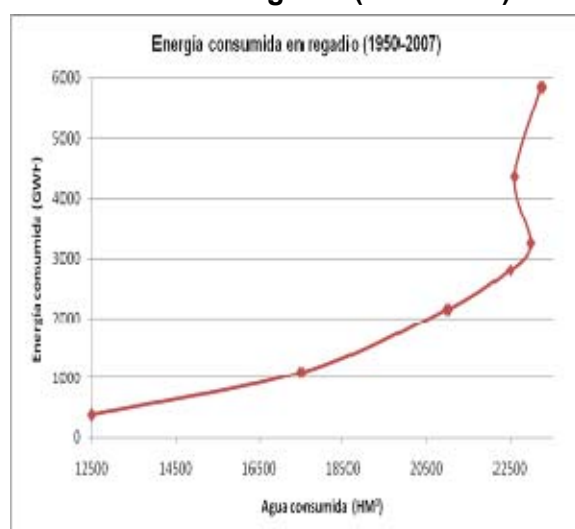
La tendencia actual hace un uso intensivo de los recursos hídricos y energéticos. Mientras que la producción de energía está estabilizada, dependiendo cada año del ciclo hidrológico, la demanda de energía para su uso en regadíos crece anualmente. Hoy día, el principal uso del agua, ligado a la energía, es el regadío.

La superficie de regadíos tradicionales (anteriores a 1900), 1.077.000 ha (aproximadamente un tercio del total) comprende aquellos que utilizaban aguas superficiales, pozos someros y azudes. Con el plan de modernización de regadíos (1950), la superficie aumentó hasta alcanzar las 3 millones de hectáreas. En la actualidad la superficie se aproxima a 3,5 millones de hectáreas. Los nuevos regadíos (*Plan Nacional de Regadíos 2008/9*) se han implantado en terrenos cada vez menos adecuados a la productividad de los cultivos, a mayores cotas y distancias de los puntos de captación de agua, desarrollándose sistemas de producción cada vez más intensivos.

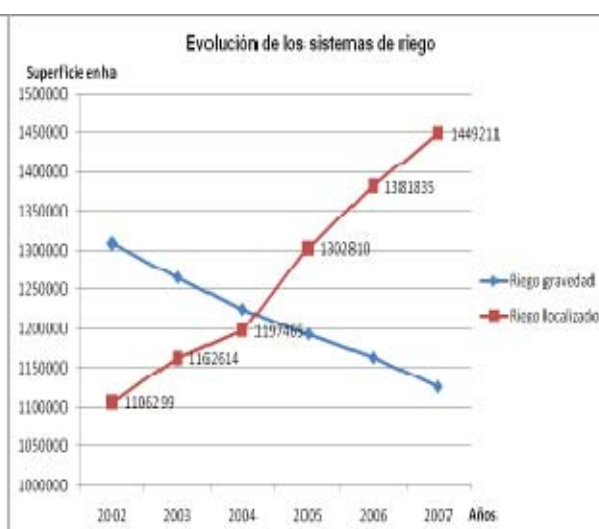


Como consecuencia de la transformación de los regadíos tradicionales a regadíos a presión, la energía requerida para el regadío ha sido cada vez mayor y se observa (ver Fig. 1 a y b) que los esfuerzos realizados durante los últimos 50 años se han dedicado, íntegramente, a modernizar el regadío en su aspecto hídrico, mejorándose la eficiencia hídrica aproximadamente un 23%, pero produciéndose como consecuencia un aumento de la energía consumida del 70%, es decir se ha generado una baja eficiencia energética a consecuencia del proceso de modernización.

**Figura 1. (a) Evolución de la energía consumida en regadío (1950/2007)**



**Figura 1. (b) Evolución sistemas de riego.**



Fuente: elaboración propia con datos del MARM.

Aunque ésta dinámica general no es válida para toda la geografía española, es claramente aplicable a las zonas de mayor intensidad productiva, como el levante y el sur peninsular. Así se produce una contradicción, ya que la mayor concentración productiva se sitúa en una de las zonas con mayor déficit hídrico de la geografía española, si bien, tiene a su favor el marco térmico de cara a la producción.

De seguir así, esta tendencia se hará paulatinamente más acusada, quedando un margen de mejora de la eficiencia hídrica muy reducido y aumentando inexorablemente la baja eficiencia energética. Además, merece destacar que la producción de CO<sub>2</sub> a partir de la energía consumida por el regadío, es aproximadamente el 2,5% de la producida por el sector eléctrico nacional. Deben por tanto, el regadío y su entorno, ser conscientes y admitir su posible participación en la responsabilidad respecto del “Cambio Climático” y su colaboración en lo relacionado con su prevención y adaptación.

El paso de una agricultura y regadíos tradicionales a una agricultura moderna, intensiva, ha sido la solución para cumplir con la demanda alimentaria de la población, algo que los sistemas anteriores no consiguieron en su momento. Todo ello, a costa de poner en vías de extinción el frágil concepto de la sostenibilidad en la agricultura actual.

Por lo tanto, ha llegado el momento de marcar el nuevo reto de la agricultura del siglo XXI, intentar corregir el desequilibrio entre la ineficiencia energética respecto de la eficiencia hídrica. Asimismo, se debe trabajar en solventar los problemas sociales e institucionales (creación de un marco institucional favorable encauzado en una dinámica de sostenibilidad, aún por ser materializada) aún a costa de asumir una pérdida de productividad y/o de rentabilidad, a fin de lograr un futuro sostenible.



## PROPUESTAS DE FUTURO PARA EL REGADÍO ESPAÑOL

En la actualidad, la energía utilizada para captación y transporte de agua para regadíos, sobre todo en grandes superficies regables, es de origen eléctrico y aún se utiliza una nada despreciable 27% de energía procedente de fuentes no renovables. Gracias a las tarifas eléctricas reguladas, el sector se mantuvo estable, pero a partir de Julio del 2009, el precio de la energía eléctrica pasó a ser libre según mercado, lo que ha provocado serios problemas a un gran número de transformaciones en regadío de zonas poco favorables.

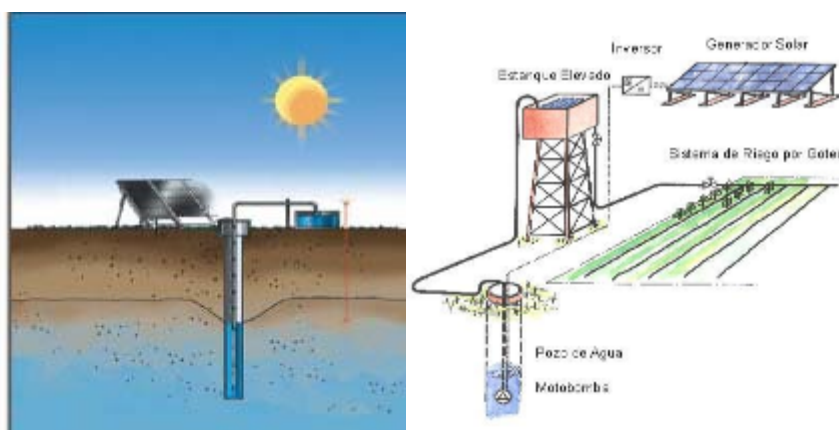
Muchos de los nuevos regadíos son técnicamente insostenibles, siendo un caso especialmente controvertido y negativo el del olivar en muchas áreas de Andalucía, donde un cultivo de secano se está transformando al regadío sin pensar en las consecuencias a largo plazo. La puesta en regadío de terrenos situados a alturas de bombeo superiores a los 400 m, con riegos localizados, requiere grandes alturas de presión en cabeza del sistema y por tanto se generan consumos de energía elevados.

Según el *Inventario de Riegos de Andalucía*, el riego localizado tiene un coste de 6,3 c€/m<sup>3</sup> de agua elevada. Sin embargo, el valor de su producción es de los más bajos en comparación con otros cultivos de regadío habituales.

Actualmente, se están empezando a desarrollar diferentes sistemas para intentar paliar el desequilibrio energético del regadío actual. Entre los más innovadores, destaca el llamado **riego solar** (ver Fig. 2), que consiste en el uso de sistemas de aprovechamiento de la energía solar para bombeo, transporte y riego de cultivos.

España cuenta con un marco adecuado para la implantación de estos sistemas, ya que es uno de los países europeos con mayor número de horas de radiación solar, sobre todo en la zona sur y el levante peninsular, donde se concentra la mayor superficie en regadío. Además, gracias al uso de energías renovables se evita el aporte de CO<sub>2</sub> emitido en la actualidad por el empleo de energías no renovables en los regadíos actuales.

**Figura 2. Esquema “riego solar”.**



Fuente:

página web [www.asesolar.com](http://www.asesolar.com)

Los sistemas de **“riego solar”** constan de tres elementos principales: paneles fotovoltaicos, motor y sistema de bombeo. No requieren baterías, por que se dispone de depósitos elevados que almacenan el agua extraída hasta su uso posterior. Se trata de sistemas limpios, de bajo mantenimiento, económicos (en muchos casos subvencionados), y además respetuosos con los escasos recursos hídricos actuales.



Otra de sus ventajas adicionales es la coincidencia entre época de máxima demanda hídrica (máxima demanda energética) y máxima incidencia de radiación solar.

Cabe destacar también los **sistemas de cubiertas flotantes fotovoltaicas** (ver Fig. 3), que tienen las ventajas añadidas de reducir las pérdidas de agua por evaporación y la aparición de las algas en balsas riego. Estos sistemas son especialmente útiles para balsas de grandes dimensiones, de modo que podría servir para vincular las energías renovables a las balsas de las Comunidades de Regantes y de éste modo, comenzar a fomentar un cambio en la conciencia del agricultor actual.

**Figura 3. Cubierta fotovoltaica**



**flotante**

Fuente: Jornadas Técnicas sobre Eficiencia Energética

## CONCLUSIONES

El desarrollo y expansión del regadío en España ha favorecido el cambio de los métodos de riego tradicionales por superficie por otros métodos a presión (aspersión y goteo). El proceso ha primado la mejora en la eficiencia hídrica del riego (menor consumo de agua) pero sin considerar la eficiencia energética. Así, el cambio de escenario originado por el aumento del consumo de energía en los regadíos modernizados y en los de nueva implantación, unido a la liberalización de las tarifas eléctricas, ha puesto finalmente en evidencia la baja eficiencia energética de los mismos.

La agricultura de regadío seguirá siendo motor principal para el abastecimiento de la población en el futuro, pero deberá hacerlo dentro de un contexto de respeto con el entorno natural. En este sentido, el siglo XXI, tiene como reto conseguir regadíos sostenibles, donde el desarrollo de sistemas que utilicen energías renovables será primordial para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de riego.

## AGRADECIMIENTOS

A D<sup>a</sup>. Leonor Rodríguez Sinobas por darme la oportunidad de realizar éste trabajo, y por brindarme en todo momento su inestimable apoyo y colaboración.

## BIBLIOGRAFÍA

Comisión Europea “*Libro blanco para una estrategia y un plan de acción comunitarios. Energía para el futuro: fuentes de energía renovables*”. (2007). Consulta online a en página web.

Dirección URL: [http://europa.eu/documents/comm/white\\_papers/pdf/com97\\_599\\_es.pdf](http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_es.pdf)

Corominas Masip, J (2001). “El papel económico de las aguas subterráneas en Andalucía”, pp 111-140.

Corominas Masip, J (2009). “Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad”, pp 27-37.

García Brenes, D (2004). “El olivar de regadío en Andalucía. Un cultivo insostenible y con un marco institucional favorable”, pp 1-7

“Inventario de riegos de la Junta de Andalucía” (1996-2010). Consulta online. Dirección URL: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/sar/servlet/FrontController?action=Static&url=infoGeneral.jsp&ec=info>

Lopez Rodriguez, F et ál. (2009). “Proyecto de sistemas mixtos de bombeo fotovoltaico aplicados al riego tecnificado para el olivar en Extremadura”.

“Plan Nacional de Regadíos” (08/09). Consulta online a través de la página web [www.marm.es](http://www.marm.es).

Sastre Aparisi, J, Pons Puig, E. (2009). “Jornadas técnicas sobre Eficiencia Energética de Valencia”.



## ENVEJECIMIENTO ACELERADO EN SEMILLAS DE BRASSICACEAE

Mira, Sara<sup>1</sup>; Lázaro-Gimeno, David<sup>2</sup>

Tutores: Estrelles, Elena<sup>2</sup>; González-Benito, María Elena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal. E.U.I.T. Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid. c/ Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid, España.

<sup>2</sup> Banc de Germoplasma. Jardí Botànic-ICBIBE, Universitat de València. c/ Quart 80, 46008 València, España.

Correo electrónico: sara.mira@upm.es

### RESUMEN

Determinar el comportamiento de las semillas durante el almacenado es importante de cara a desarrollar estrategias de conservación *ex-situ* para la flora española. El envejecimiento acelerado se utiliza para estimar diferencias relativas de la longevidad entre lotes de semillas. En este trabajo se ha estudiado la pérdida de viabilidad de las semillas de especies silvestres nativas de la Península Ibérica en condiciones de envejecimiento acelerado, alta humedad (91%) y temperatura (35-45°C) durante su almacenaje. Las especies estudiadas fueron: *Brassica repanda*, *Eruca versicaria*, *Malcolmia littorea*, *Moricandia arvensis*, *Rorripa nasturtium-aquaticum*, *Sisymbrium runcinatum* y *Sinapis alba*. La germinación y el crecimiento radicular se monitorizaron durante el tiempo de envejecimiento. Diferencias significativas en la longevidad entre las especies fueron observadas en todas las condiciones.

**Palabras clave:** *Brassicaceae*, conservación, envejecimiento acelerado semillas

### INTRODUCCIÓN

Los Bancos de Germoplasma son una herramienta imprescindible para la conservación *ex situ* de la flora. Más concretamente, los bancos de semillas permiten conservar de forma sencilla gran parte de la biodiversidad de aquellas especies que poseen semillas ortodoxas (que pueden desecarse a bajos contenidos de humedad y conservarse en frío) (Schoen *et al.* 2001; Tang *et al.* 2007). Tanto en el marco europeo y como en el nacional existe cada vez un mayor interés en el estudio de la conservación de semillas de especies silvestres. Esto queda reflejado en el establecimiento de redes de coordinación como ENSCONET- European Native Seeds Conservation Network y REDBAG-Red Española de Bancos de Germoplasma de Plantas Silvestres.

Existe una numerosa bibliografía en la que se reflejan los estudios realizados para establecer las condiciones óptimas de conservación, basadas en un grado de humedad bajo y bajas temperaturas (Ellis *et al.*, 1985; Gómez-Campo, 2001). Sin embargo, existe cierta controversia sobre la relación entre la temperatura de conservación y el contenido de humedad para obtener la máxima longevidad de las semillas (Ellis *et al.*, 1988; Vertucci and Roos 1993). Gran parte de estos estudios se han llevado a cabo con especies cultivadas. Sin embargo, conocemos realmente poco sobre cómo afectan los métodos de conservación a las semillas de especies silvestres. Actualmente se sabe que no todas las especies responden igual, y existen distintas teorías sobre cómo afectan factores como la temperatura y la humedad a las semillas, por lo que se plantean dudas sobre cuales son los mejores métodos que debemos utilizar.

Debido a que se necesita mucho tiempo para detectar envejecimiento en semillas almacenadas en condiciones ambientales, los estudios de longevidad se realizan mediante “envejecimiento acelerado”, almacenando las semillas en condiciones de alta humedad (80-100% HR) y temperatura (45-60 °C) (McDonald 1999; Tesnier *et al.* 2002), y se extrapolan los resultados a condiciones de baja temperatura y desecado. Esta extrapolación ha sido puesta en cuestión recientemente (Niedzielski *et al.* 2009).



En este trabajo se pretende profundizar en los procesos de envejecimiento de semillas con la intención de obtener protocolos adecuados de conservación para algunas especies vegetales silvestres. Los experimentos se han realizado en el Departamento de Biología Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid, que es responsable del banco de semillas pionero en nuestro país en especies silvestres y banco de referencia del International Board for Plant Genetic Resources para la familia Brassicaceae (Banco de Germoplasma Vegetal), [http://www.etsia.upm.es/banco\\_germoplasma/inicio\\_bgv.htm](http://www.etsia.upm.es/banco_germoplasma/inicio_bgv.htm)), y en el Banco de Germoplasma de la Universidad de Valencia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Semillas de siete especies de la familia Brassicaceae nativas de la Península Ibérica fueron recolectadas de poblaciones silvestres o compradas a *Semillas Silvestres S.L.* como se muestra en la tabla 1:

**Tabla 1. Especies y datos de recolección**

Familia	Genero y especie	Población	Fecha recolecta
Brassicaceae	<i>Brassica repanda</i> subsp. <i>blancoana</i>	La Muela de Ares, Castellón. (1300m)	18/07/2006 26/07/2007
Brassicaceae	<i>Eruca versicaria</i>	Cultivada	2007
Brassicaceae	<i>Malcolmia littorea</i>	Paseo de las Golas, Valencia (0 m)	18/12/2006
Brassicaceae	<i>Moricandia arvensis</i>	Campo de Montiel, Albacete (1000 m)	2004
Brassicaceae	<i>Rorripa nasturtium-aquaticum</i> subsp. <i>nasturtium-aquaticum</i>	Camino viejo de Sueca, Cullera, Valencia (6m)	09/04/2008
Brassicaceae	<i>Sinapis alba</i>	Pie de Sierra Morena, Cordoba (100 m)	2000
Brassicaceae	<i>Sisymbrium runcinatum</i>	Saelices, Cuenca (1000 m)	14/08/2007

Muestras de unas 50 semillas fueron almacenadas sobre una solución saturada de nitrato potásico ( $\text{KNO}_3$ ), que establece una humedad relativa de 91%, hasta su equilibrado a dicha HR, y luego almacenadas en sobres herméticos de aluminio a 45°C y 35°C. Periódicamente, se realizaron germinaciones de las semillas, en 2 réplicas de 25 semillas en placas de agar al 1%.

Dos medidas de la viabilidad de las semillas fueron estudiadas: la germinación y el crecimiento de la radícula, que se monitorizaron periódicamente desde el inicio del ensayo (2008) realizando fotografías que luego fueron analizadas mediante análisis de imagen (Rasband 1997-2008).

Para cada especie, los datos de germinación y de longitud de radícula en las diferentes condiciones de almacenamiento se ajustaron a la ecuación de Avrami:  $\ln[\ln(N_0/N)] = n[\ln(t)] + y_0$ , según fue adaptada por Walters *et al.* en 2005.  $n$  es la pendiente y  $y_0$  el intercepto,  $N$  es el porcentaje de germinación para tiempo  $t$  en meses.  $N_0$  fue asignado como 0.5 + el máximo porcentaje de germinación medio inicial, de manera que  $\ln[\ln(N_0/N)]$  pudiera ser calculado.

Los parámetros de longevidad fueron calculados para cada especie, condición de almacenamiento y método de medida de viabilidad, resolviendo los coeficientes de la ecuación. Como parámetro de longevidad se consideró el tiempo necesario para que la viabilidad decrezca hasta el 50% (P50), teniendo en cuenta la germinación inicial o la longitud radicular. El P50 se determinó por extrapolación o interpolación de la ecuación de Avrami, usando los coeficientes calculados. Para realizar los cálculos se tuvo en cuenta cada réplica por separado, lo que nos permitió obtener un error estándar y realizar comparaciones estadísticas mediante ANOVA, y el test de Tuckey ( $P > 0.05$ ).

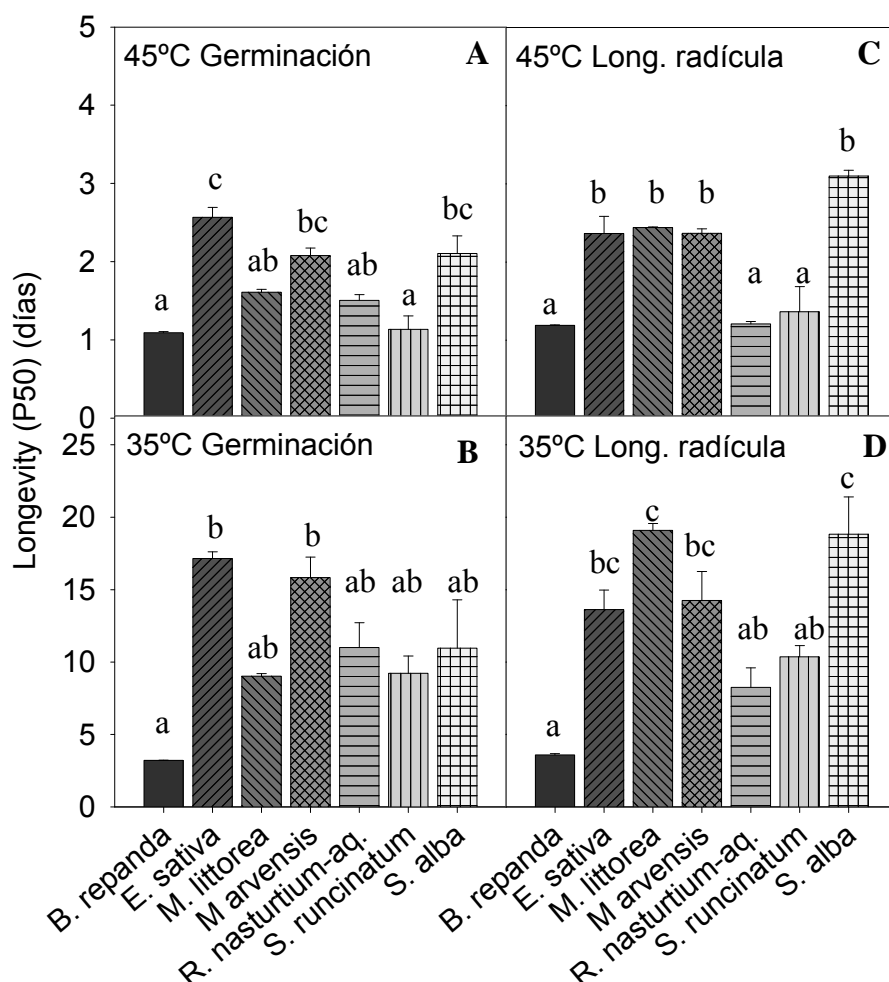


## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, las especies envejecen más rápidamente a 45°C (P50<4d) que a 35°C (P50<20d). Encontramos diferencias significativas entre la longevidad de las especies en todas las condiciones. *Eruca sativa*, *Moricandia arvensis* y *Sinapis alba* mostraron una menor pérdida de viabilidad durante el envejecimiento acelerado. Así pues, las semillas de estas especies tienen mayor longevidad bajo estas condiciones extremas.

La disminución más dramática en el P50 bajo alta humedad relativa y temperatura se observó en *Brassica repanda*, seguida de *Sisymbrium runcinatum* y *Rorripa nasturtium-aquaticum*. Además, existen diferencias entre considerar el porcentaje de germinación o la longitud radicular para estudiar la longevidad de las especies. Por ejemplo, *Malcolmia littorea* y *Sinapis alba* presentan una longevidad intermedia al tener en cuenta la germinación, pero su crecimiento radicular es mayor que en otras especies.

**Figura 1. Longevidad (P50) en días de semillas de siete especies de la familia Brassicaceae tras su almacenaje en distintas condiciones de temperatura 45-35°C a 91%HR (media  $\pm$  S.E.). Los resultados se expresan calculados teniendo en cuenta la germinación (A-B) o la longitud de radícula (C-D). Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al test de Tukey ( $p > 0.05$ ).**



Pese a que los ensayos de envejecimiento acelerado han despertado controversia recientemente (Niedzielski *et al.* 2009), en este caso los resultados obtenidos de longevidad se corresponden con aquellos obtenidos por semillas de especies de la misma familia en condiciones de conservación típicas de banco, a baja humedad y temperatura (Perez-García *et al.* 2009).



*M. littorea* es una especie de hábitats dunares, lo cual podría relacionarse con su alta longevidad a altas temperaturas y humedades, comparada con otras especies. La altitud del hábitat de las plantas, y por lo tanto las condiciones climáticas durante la maduración de las semillas, podrían también ser un factor que afecte a la longevidad de las semillas, como se ha visto también en otros estudios (Mondoni *et al.* 2008; Mondoni *et al.* 2009; Probert *et al.* 2009). En nuestro estudio, especies recolectadas a altitudes de más de 1000 m, como es el caso de *B. repanda*, presentan una baja longevidad. En cambio, especies recolectadas a baja altitud, cercana al nivel del mar, *M. littorea*, *E. sativa*, *R. nasturtium-aquaticum* y *S. alba*, presentan una alta longevidad.

## CONCLUSIONES

Nuestros resultados demuestran lo sensibles que son las semillas de la familia Brassicaceae en almacenamiento en altas humedades y temperaturas. Así pues, el procesamiento de las semillas tanto en bancos de semillas como en viveros debe realizarse con un especial cuidado, de manera que las condiciones a las que se expongan las semillas no las perjudiquen. Por ejemplo, en sólo un día se puede llegar a perder la mitad de la viabilidad de una muestra si ésta se expone a 45°C y 91%HR, algo que podría suceder en el verano, por ejemplo, en el interior de un invernadero.

El crecimiento radicular no parece ser un buen indicador del envejecimiento en estas condiciones, puesto que hay mayor variabilidad dentro de una misma especie entre las réplicas (error estándar), y además no discrimina entre las distintas especies tan claramente como lo hace la germinación. Para algunas especies, como *M. littorea* o *S. alba*, se pudo medir una alta longitud radicular incluso en condiciones en las que la germinación era realmente baja. Paralelamente, el P50 calculado con los datos de longitud radicular también fue mayor al P50 calculado a partir del porcentaje de germinación para muchas especies, al contrario de lo esperado.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al proyecto CGL2006-10536 (Ministerio de Educación y Ciencia). Sara Mira ha obtenido un contrato del programa FPU (Ministerio de Educación)

## BIBLIOGRAFÍA

- Ellis, R.; Hong, T.D. & Roberts, E.H. 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Vol. I.
- Ellis RH, Hong TD, and Roberts EH (1988) A low-moisture-content limit to logarithmic relations between seed moisture content and longevity. *Ann Bot* 61: 405-408
- Gómez-Campo, C. 2001. La práctica de la conservación de semillas a largo plazo. In: Conservación de especies vegetales amenazadas en la región mediterránea occidental. 255-266.
- McDonald M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Sci Technol* 27:177-237.
- Mondoni A., Probert R., Rossi G., Hay F., Bonomi C. 2008. Habitat-correlated seed germination behaviour in populations of wood anemone (*Anemone nemorosa* L.) from northern Italy. *Seed Sci Res* 18: 213-222.
- Mondoni A., Probert R., Rossi G., Hay F. 2009. Habitat-related germination behaviour and emergence phenology in the woodland geophyte *Anemone ranunculoides* L. (Ranunculaceae) from northern Italy. *Seed Sci Res* 19: 137-144.
- Niedzielski M., Walters C., Luczak W., Hill L.M., Wheeler L.J., Puchalski J. 2009. Assessment of variation in seed longevity within rye, wheat and the intergeneric hybrid triticale. *Seed Sci Res* 19: 213-224.
- Perez-Garcia F., Gomez-Campo C., Ellis R.H. 2009. Successful long-term ultra-dry storage of seed of 15 species of Brassicaceae in a genebank: variation in ability to germinate over 40 years and dormancy. *Seed Sci Technol* 37, 640-649.
- Probert R.J., Daws M.I., Hay F.R. 2009. Ecological correlates of ex situ seed longevity: a comparative study on 195 species. *Ann Bot* 104, 57-69.
- Rasband W.S. 1997-2008. ImageJ, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.
- Tang A.J., Song S.Q., Long C.L. 2007. Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources through Seed-Gene Bank. *Acta Bot Yunn* 29: 43-50.
- Tesnier K., Strookman-Donkers H.M., Van Pijlen J.G., Bino R.J., Groot S.P.C. 2002. A controlled deterioration test for *Arabidopsis thaliana* reveals genetic variation in seed quality. *Seed Sci Technol* 30: 149-165.
- Schoen D.J.; Brown A.H.D. 2001. The Conservation of Wild Plant Species in Seed Banks 51: 960-966.
- Vertucci C.W. and E.E. Roos. 1993. Theoretical Basis of protocols for seed storage. II. The influence of temperature on optimal moisture levels. *Seed Sci Res* 3: 201-213.
- Walters C. Wheeler L. M., Grotenhuis J. M. 2005. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Sci Res* 15: 1-20.





## ANÁLISIS DE FLUCTUACIÓN TÉRMICA Y PERSPECTIVAS EN VESTIMENTA INTELIGENTE

Benitez Javier; García-Hierro, Javier

Tutores: Barreiro, Pilar

*Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*javier.benitez@upm.es; j.hierro@cenim.csic.es*

### RESUMEN

La monitorización de parámetros biológicos es cada día más empleada en el ámbito médico, deportivo (atletismo, ciclismo, montañismo) y profesional.

En este trabajo presentamos un estudio realizado, empleando tarjetas de adquisición de temperatura TURBOTAG, que almacenan hasta 700 datos que se pueden transferir al PC a través de un lector RF. Estas tarjetas se facilitaron a 15 alumnos de doctorado y las mantuvieron pegadas a la piel o en el bolsillo de alguna de sus prendas, durante 3 días.

Tras analizar los datos obtenidos, se puede observar que la temperatura tiene oscilaciones ocasionadas por los cambios externos de temperatura, pero en ocasiones esas fluctuaciones pueden producirse por variaciones anómalas de la temperatura corporal.

El concepto de traje inteligente surge ante la posibilidad de englobar la sensórica apropiada y la tecnología capaz de procesar la señal, acondicionarla y almacenarla o transmitirla de forma inalámbrica a un PC o una PDA, y además emplear nuevos textiles especialmente diseñados.

**Palabras clave:** *actividad metabólica, espacio de fase, sensor inteligente*

### INTRODUCCIÓN

El concepto de traje inteligente surge en Japón en 1989 (Van Langenhove, 2002) ante la idea de aumentar las prestaciones en la calidad de la industria textil. Así se piensa en dar un valor añadido al concepto tradicional de prenda de vestir; integrar sensórica, aparatos de seguimiento y control, e incluso de actuación, para dar un mayor confort al individuo. Del mismo modo, su aplicación en el mundo de la medicina ha recibido gran acogida. En una sociedad cada vez más concienciada con el bienestar y la salud, la aplicación de este tipo de tecnología tiene un gran potencial (Van Langenhove, 2002).

El cuerpo humano presenta una enorme variabilidad entre individuos, no sólo en relación a la conformación física, temperamental o intelectual, sino en la propia “maquinaria” interna del individuo. De esta manera, es posible encontrar individuos que respondan de forma diferente a procesos comunes, tales como los metabólicos. Así, y debido al intercambio calórico que se da en estos procesos, se obtienen variaciones, a lo largo del día, en la temperatura corporal del ser humano.

Este trabajo trata de estudiar y definir estos patrones de variación, así como la forma en la que se relacionan con los procesos metabólicos para unos condicionantes externos parecidos. Con este fin, se realizó un ensayo con 15 individuos durante un periodo de 3 días, en el cual, los participantes, debían llevar colocados un sensor térmico adherido, o lo más cercano posible, a la piel y en el torso del cuerpo.

En este trabajo realizamos un análisis de la variación de la temperatura corporal, así como la velocidad de cambio o gradiente de temperatura. El rango de temperatura corporal (diferencia entre el valor mínimo y el valor máximo), así como la velocidad de cambio son un indicador del estrés térmico que sufre una persona a lo largo del día.



## MATERIAL Y MÉTODOS

**Descripción del Experimento.** El experimento se llevó a cabo en Noviembre de 2009 entre un grupo de 15 estudiantes pertenecientes al máster de Agroingeniería de la E.T.S.I. Agrónomos, en un rango de edad entre los 25 y 35 años y que realizaban actividades similares (estudiantes), con horarios parecidos. De esta manera, se podría decir que la componente externa (clima, rango de edad) era muy parecida para todos, y por lo tanto, la variación de temperaturas estaría en directa relación con el metabolismo de cada individuo.

Las tarjetas Turbotag debían estar colocadas, preferentemente, en contacto con la piel y en la parte posterior del torso. Si bien es cierto que, debido a la incomodidad que esto representa, muchos colocaron el sensor en lugares cercanos de contacto, esto es, bolsillos, carteras y camisas. Para mayor precisión, las tarjetas deberían ser llevadas las 24 horas del día.

A cada participante se le entregó una tarjeta Turbotag y un cuaderno de notas, de forma que pudieran anotar la actividad que estaban realizando en cada momento. Se debe tener en cuenta que la precisión del experimento dependía, en gran medida, de la predisposición de los participantes a realizar el experimento.

### Imagen 1. Tarjeta RFID



**Tarjetas RFID semipasivas (TurboTag Sealed Air Inc).** Hemos usado tarjetas con tecnología RFID capaces de almacenar hasta 700 datos de Temperatura con una precisión de  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ . Estas tarjetas del tamaño de una tarjeta de crédito, operan en la banda de los 13.56 MHz y los datos pueden ser transferidos a un PC a través de un receptor conectado vía USB.

**Procesado de los datos.** Los datos de temperatura obtenidos, son procesados empleando el algoritmo de Savitzky-Golay de orden 0 para obtener una línea de tendencia suavizada para la variación de temperatura. A su vez, se emplea el mismo algoritmo pero de orden 1, para calcular la derivada de la temperatura frente al tiempo, es decir, el gradiente de temperatura. Estos cálculos son realizados usando la rutina Savgol de Matlab (Versión 7.0 Mathworks Inc, 2004). Otro dato de interés es el cálculo del área del polígono que resulta de unir los puntos límite de la representación Gradiente de Temperatura-Temperatura. Éste área se obtiene empleando la rutina Convhull de Matlab.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 15 conjuntos de datos obtenidos de cada alumno, hemos elegido dos casos en los que el individuo llevó la TurboTag pegada al cuerpo durante todo el día. Usamos los datos obtenidos entre los días 19 y 22 de Noviembre de 2010 de las tarjetas número 1 y número 84. La frecuencia de grabación es de un dato de temperatura cada 6 minutos hasta un total de 700 entradas.

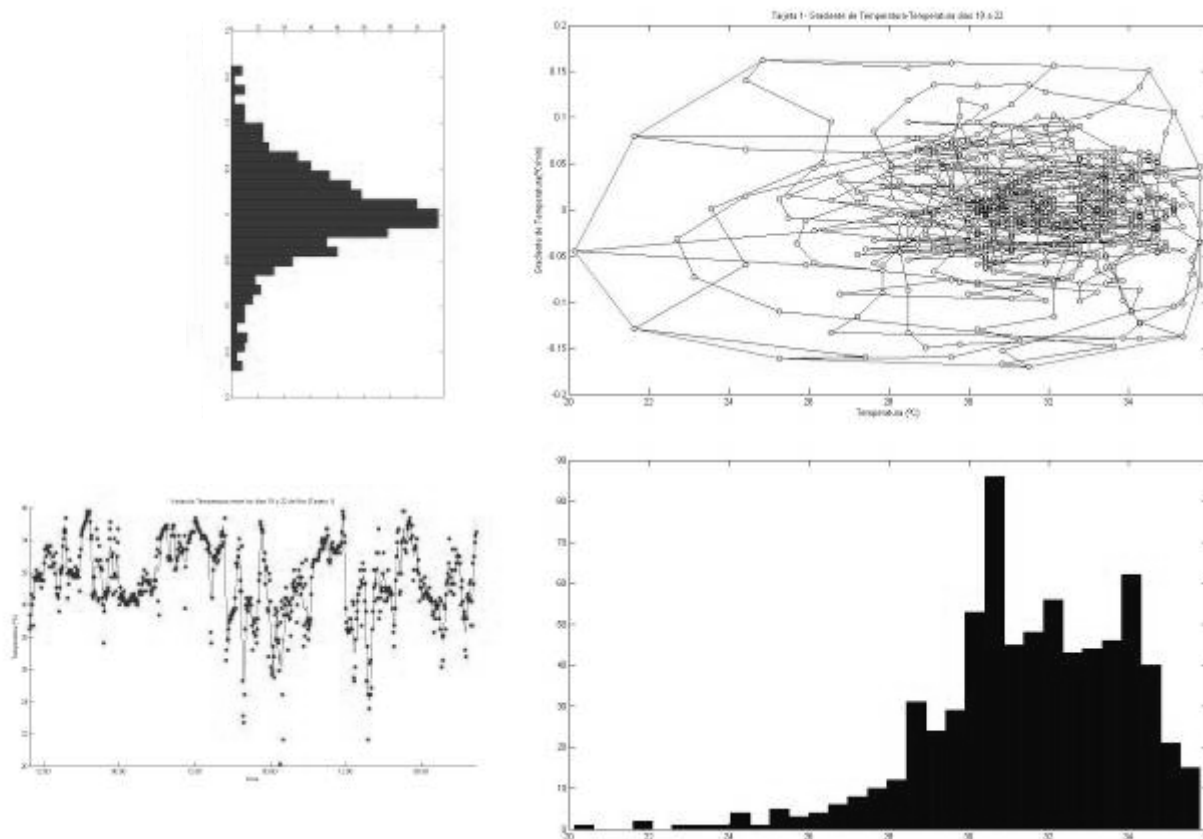
**Tabla 1. Datos obtenidos para dos individuos**

	Tarjeta 1	Tarjeta 84
Temperatura mínima ( $^\circ\text{C}$ )	20.1	22.5
Temperatura máxima ( $^\circ\text{C}$ )	35.8	36.0
Temperatura media ( $^\circ\text{C}$ )	31.5	32.0
Desviación estándar ( $^\circ\text{C}$ )	2.4	1.9
Área del polígono ( $^\circ\text{C}^2/\text{min}$ )	26.4	9.9



Como podemos observar en la Tabla 1, los valores de temperatura máxima, mínima y media para ambos individuos son muy similares, ya que estuvieron sometidos a condiciones ambientales parecidas. Sin embargo destaca que la desviación típica y el área del polígono, del individuo que llevó la tarjeta 1 son significativamente mayores que las del individuo que llevó la tarjeta 84.

**Figura 1. Representación de las fluctuaciones de temperatura Tarjeta número 1.**

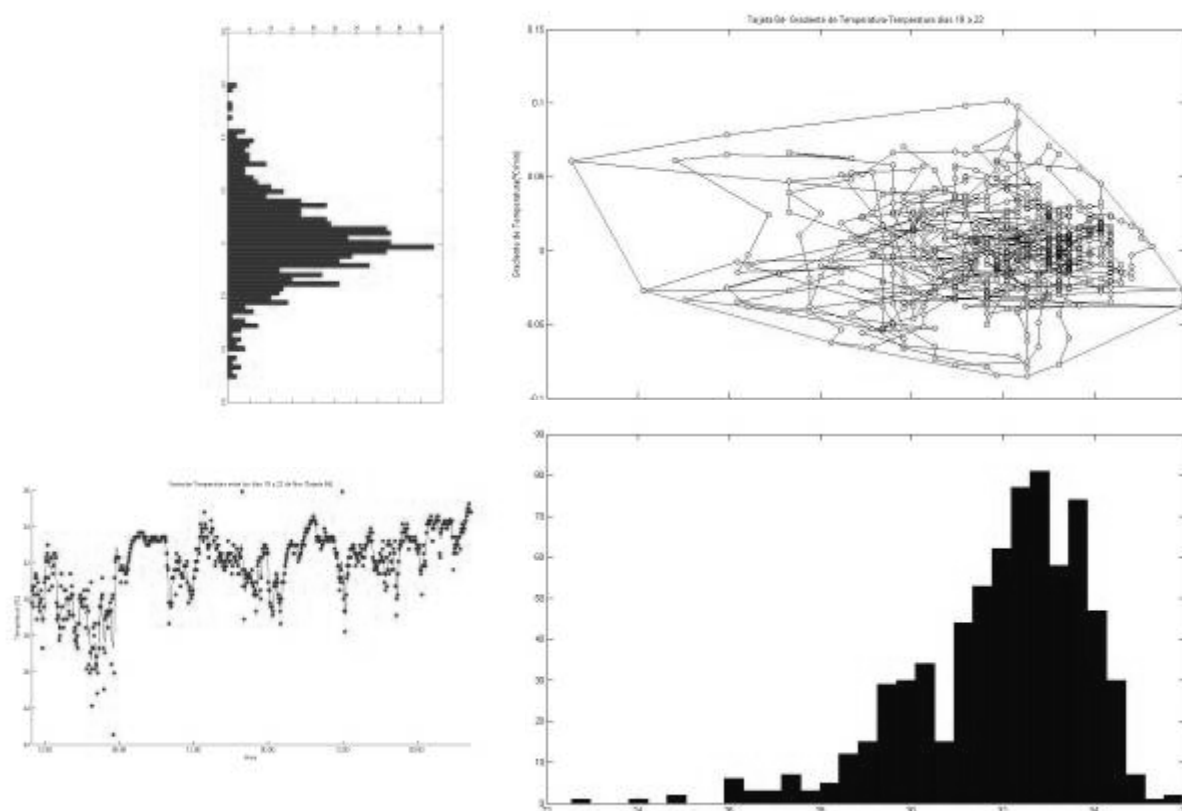


En el gráfico principal de la Figura 1 (arriba derecha) se representa el diagrama Gradiente de Temperatura (°C/min)-Temperatura (°C). En el histograma de frecuencia del Gradiente de Temperatura (arriba izquierda) observamos que la nube de puntos se concentra sobre todo en la zona en que el gradiente o velocidad de cambio de la temperatura es 0 (temperatura estable), pero se extiende desde una velocidad de -0.2 a 0.2 °C/min. En el histograma de frecuencia de Temperaturas vemos cómo hay dos zonas de más estabilidad alrededor de las cuales fluctúa con más frecuencia (30°C y 34°C) y que el individuo ha sufrido cambios de temperatura entre los 20°C y los 36°C. En el diagrama Temperatura-Tiempo, los puntos indican las temperaturas reales medidas y la línea representa la tendencia calculada empleando la rutina Savgol.

En la Figura 2, se aprecian diferencias con respecto al individuo anterior: El diagrama Gradiente de Temperatura-Temperatura (arriba derecha) es más compacto, sobre todo a lo largo del eje y, lo que indica que la velocidad de cambio es mucho menor que la observada en el individuo anterior. Esto también se puede apreciar en su histograma de frecuencias de Gradiente de Temperatura (arriba izquierda). El histograma de frecuencias de Temperaturas (abajo derecha) también presenta dos zonas de más estabilidad (30°C y 32°C), pero de forma menos acusada que en el otro individuo. En el diagrama de variación de Temperatura a lo largo del tiempo (abajo izquierda), también se aprecia claramente que la temperatura es más estable en este individuo que en el caso anterior.



**Figura 2. Representación de las fluctuaciones de temperatura Tarjeta número 84.**



## CONCLUSIONES

En vista de los resultados obtenidos podemos afirmar que existe variabilidad térmica entre individuos producida por los procesos metabólicos propios. Por lo tanto sería interesante la implementación de este tipo de análisis del estrés térmico en el desarrollo de trajes inteligentes, de forma que un simple sensor de temperatura se convierta en un sensor metabólico y tengan la capacidad de controlar el calor perdido o absorbido a través de los tejidos.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los alumnos del curso de Master Agroingeniería de la E.T.S.I. Agrónomos (curso 2009-2010) por su inestimable colaboración en este experimento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Axisa F., Dittmar A. and Delhomme G. ,2003. Smart Clothes for the Monitoring in Real and Conditions of Physiological, emotional and sensorial reactions of Humans. Proceedings of the 25<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE EMBS, Cancun.
- Van Langenhove L. and Hertleer C. ,2002. Smart clothing: a new life. International Journal of Clothing Science and Technology (Vol 22)



## RAZAS BOVINAS MORENAS GALLEGAS

Caballo, Juan José; Naranjo, Nuria; Pérez, José Luis

Tutores: Villamide, María Jesús

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: caballojj@hotmail.com; nurita84@hotmail.com; jljunior99@gmail.com

### RESUMEN

En este documento aportaremos datos productivos (pesos característicos), censales (explotaciones, efectivos), de distribución geográfica y además haremos una pequeña descripción morfológica de las razas bovinas morenas autóctonas gallegas en peligro de extinción. Las razas descritas son la Cachena, Caldelá, Limiá, Frieiresa y Vianesa, englobadas dentro del grupo denominado “Morenas Gallegas”.

**Palabras clave:** *vacuno, Morenas Gallegas*

### INTRODUCCIÓN

Las morenas gallegas son razas de bovino originarias de diversas localidades de la provincia de Orense de las que toman el nombre. Tienen un número reducido de efectivos y se explotan en sistemas productivos extensivos o semi-extensivos, según la densidad de población de la especie, dando lugar a una excelente calidad de carne.

Todas estas razas están registradas dentro de razas en peligro de extinción, con muchas dificultades de supervivencia, debido a sus menores índices técnicos, comparadas con razas seleccionadas y mejoradas para la aptitud carne. El objeto de esta publicación consiste en dar a conocer el presente y futuro de estas razas.

### CACHENA

El origen de la Cachena, según semejanzas morfológicas, se encuadra en el tronco Cántabro (Sánchez Belda, 1984, boaga.com), sin embargo otros autores creen que tiene una gran semejanza con el *Bos Primigenius Mauritanius*, que da lugar a muchas razas africanas. Según estudios actuales y comparación de la genética indican una gran semejanza con el tronco Brachycerus.

Las características morfológicas más representativas de la raza son sus grandes cuernos blancos con sus puntas negras hacia arriba, cabeza grande y perfil facial recto, cuello ancho con gran papada, mucosa nasal negra, tronco muy voluminoso y grupa bien desarrollada, línea dorso lumbar subcónica y extremidades muy cortas, que le proporciona una habilidad innata para desplazarse por zonas de topografía muy accidentada y capa castaña.

Sus buenas cualidades maternas como la facilidad de parto (peso del becerro al nacimiento de 17 kg) y su aceptable producción lechera, hacen que sean unos animales muy rústicos, es decir muy adaptados a sistemas extensivos, en los que no reciben ayuda al parto.

En la antigüedad se usaban como animales de triple aptitud (trabajo, leche y carne), pero en la actualidad solo tiene utilidad como animal de carne, debido a su excelente calidad de carne y comparada con las vacas frisonas, su escasa producción de leche.

En la actualidad se produce mediante un sistema semi-extensivo, en el que la mayor parte del año se encuentran en los montes gallegos y solo se estabulan en épocas de parto (por motivos de control) y de escasa producción forrajera.

Se venden los terneros destetados con unos 70-90 kg P canal, con un rendimiento cárnico del 55%, además en los últimos años se venden dosis seminales, para usarlas en los cruces con vacas lecheras y cárnicas, para facilidad de parto en novillas.



Con 146 explotaciones en 3 comunidades autónomas y 1949 efectivos (datos 2008). El censo de esta raza es muy bajo (en cuanto a reproductores o censo total) y en peligro de extinción. Pero gracias a la Xunta de Galicia y a la Asociación de ganaderos (Cachega) se recupera con programas de conservación. Raza Cachena se mantiene en Galicia y dos explotaciones fuera de la región (Extremadura, País Vasco). Explotaciones extensivas tradicionales (1-3 cabezas) y semi-extensivas (20-50 cabezas).



Ilustración 1. Semental Cachena



Ilustración 2. Distribución geográfica



Ilustración 3. Vaca y Ternero raza Cachena

### CALDELÁ

La raza Caldelá procede del tronco Negro-Ibérico (Sánchez Belda, 1984, boaga.com), pero en la actualidad otros autores creen que su origen es a partir del tronco Cántabro. Las características morfológicas más destacables son su capa completamente negra, sus cuernos blancos con puntas negras y bizcos. Cabeza robusta con perfil subcóncavo, mucosa negra y hocico blanco, perfil dorso lumbar cóncavo y grupa correcta.

Antiguamente, era la raza por excelencia de trabajo en tierras gallegas, por su temperamento dócil. Tras el desarrollo industrial su censo ha disminuido drásticamente a 57 explotaciones y 653 reproductoras (Datos 2008). La funcionalidad actual es que aprovecha las unidades forrajeras de alta montaña, produce terneros de alta calidad de carne y tiene una imagen de producción ecológica. Los terneros se sacrifican al destete con 150 kg de canal con un rendimiento del 50%. Se explota de forma extensiva en los montes gallegos (Ourense) mezclada con otros rebaños, o en explotaciones exclusivas con 15-25 miembros.



Ilustración 4. Semental Caldelá



Ilustración 5. Distribución geográfica



Ilustración 6. Vaca Caldelá

### VIANESA

El origen de la raza Vianesa es del tronco Cántabro (Sánchez Belda, 1984, boaga.com), muy parecida a la raza Alistano-Sanabresa. Tiene un perfil sub-cóncavo de tamaño medio, cabeza pequeña, mucosa negra y hociblanca, cuernos en forma de gancho con sus puntas oscuras. La línea dorso lumbar es cóncava y la grupa de mayor altura. Los aplomos y articulaciones son robustas y de capa castaña con zonas más oscuras como la



cola, ojos y cuello. Es una raza rústica y de buena adaptabilidad a las zonas montañosas, los terneros tienen un elevado ritmo de crecimiento en post-nacimiento por la producción de leche de la madre (machos de 158-230Kg PV, hembras de 150-220Kg PV y añojos entre 210-350Kg PV). Su principal aptitud fue de trabajo y con la llegada de la tracción mecánica queda relegada, provocando una disminución en su censo (74 explotaciones y 806 reproductores). Explotación tradicional en extensivo o semi-extensivo (adaptándose a condiciones meteorológicas).



Ilustración 9. Vaca Vianesa

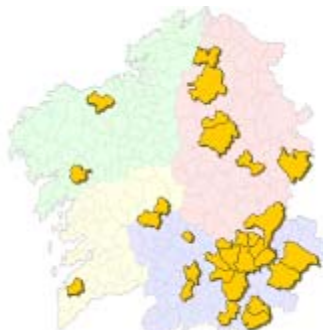


Ilustración 7. Ternero Vianesa



Ilustración 8. Distribución geográfica

### LIMIÁ

La raza bovina Limiá es originaria de la comarca de A Limia, una zona del sur de Ourense y destaca de las demás que conforman el grupo de las morenas gallegas por su gran tamaño. El peso medio es de 650 kg para las hembras y de 900 kg para los machos y la alzada media a la cruz es de 140 cm para las hembras y de 148 cm para los machos. La raza bovina Limiá agrupa animales de perfil subcóncavo a recto, su capa es castaña, más oscura en el tercio anterior.

En el pasado esta raza ha sido ampliamente explotada por su triple aptitud (carne- leche- trabajo). Ahora se emplea para producción de carne, con una precocidad sexual (10-12 meses), buen desarrollo con un peso a la pubertad de 305-380Kg y ternero al nacimiento entre 30-39Kg. Sistema productivo madre-ternero durante 3 meses y luego suplemento a base de concentrados. A los 6 meses tienen unos pesos medios entre 125-230Kg las hembras y de 185-215Kg los machos. Luego ya salen al mercado o son retenidos como terneros precoces añojos hasta el año de edad (hembras 205-270Kg PV, machos 295-385Kg PV). Tiene buenas características maternas (producción láctea, carácter, facilidad de parto) que permite su utilización de cruzamiento industrial con otras razas. Posee grandes cualidades de rusticidad y adaptación al medio, haciéndola colaboradora en el mantenimiento y control de la biomasa vegetal.

La tendencia de los ganaderos a la intensificación de sus explotaciones en busca de mayores rendimientos ha hecho que se potencien razas más especializadas para la producción cárnica, lo que ha puesto en peligro la pureza racial de la raza Limiá. Quedan solo 37 explotaciones puras con 301 reproductores (datos 2008).



Ilustración 10. Vacas Limiá



Ilustración 11. Distribución geográfica



Ilustración 14. Ternero





## FRIEIRESA

Raza Frieiresa tiene su origen del ganado Ibérico (French et al., 1969, *boaga.com*) y tronco Cántabro (Sánchez Belda, 1984, *boaga.com*), en general su origen es muy confuso, difícil de determinar por los números cruces que se realizaron antiguamente sin ningún control. Dentro de las Morenas gallegas no tiene un estándar racial claro, pero su capa castaña con la parte anterior más oscura, casi negra, sus cuernos blancos paralelos al suelo con las puntas hacia arriba, mucosa negra y hocico blanco y su pelo largo en la testuz la hacen claramente diferenciable entre las demás razas.

Debido a los cruces reiterados sin ningún control ni objetivo de selección, se ha provocado un gran número de variedades dependiendo de la zona geográfica. Hay 27 explotaciones y 277 reproductores puros (datos 2008) y un sistema de producción semi-intensivo o mixto con industrial.

Presentan una enorme rusticidad, facilidad de parto, excelente calidad de carne y terneros de gran calidad. Hembras en pubertad a 18 meses pesan 250Kg, primer parto a los 25 meses con 400Kg y terneros al nacimiento entre 30-36Kg. Se sacrifica a los 6 meses de edad con un peso vivo de 206-205Kg de media en machos y hembras respectivamente.

Junto con la raza Limiá, es la que menos censo tiene y más peligro de desaparición, además presenta un parentesco medio del 3% (Fernández et al. 2007), un problema añadido a la hora de su recuperación.



Ilustración 13. Frieiresa  
Frieiresa



Ilustración 14. Distribución geográfica



Ilustración 15. Vaca

## CONCLUSIONES

Las morenas gallegas, desde sus ancestros hasta hoy no han seguido programas de selección genética, ni tienen buena conformación ni buen rendimiento a la canal, por lo tanto no pueden competir con razas mejoradas, solo pueden competir por su excelente calidad de carne, para ello es necesario una buena imagen y comercialización. El objetivo a corto-medio plazo es sin duda ir poco a poco aumentando su censo para evitar la extinción de alguna de estas razas y una pérdida cultural importante para Galicia como para España.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias al Departamento de Producción Animal y a la UPM por la financiación parcial del viaje de estudios a la comunidad de Galicia a través del proyecto de innovación educativa IE080250073y al Centro de Estudios Zootenéticos de la Xunta donde pudimos conocer el centro de conservación Pazo de Fontefiz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, M., Rivero G., Pose H., Rivero C., Alonso M., 2001. Conservation of endangered animal genetic resources in Galicia. Archivos de zootecnia, vol 50, n.m 189-190, p. 280.  
Fernández M., Justo J.R., Rivero C.J., Adaan S., Rois D., Lama J., 2007. Analisis de la información genealógica en las razas bovinas morenas gallegas. Archivos de zootecnia, vol 56, p. 607-615.  
<http://www.mapa.es>. Última visita realizada el 10/02/2010.  
<http://www.boaga.com>. Última visita realizada el 5/03/2010.





# Índice de palabras clave

## A

*Aceites esenciales*, 143  
*actividad metabólica*, 237  
*Agricultura*, 37  
*Agricultura de Precisión*, 45  
*ajo*, 7  
*alimentación líquida*, 97  
*almendro*, 19  
*alternativa*, 27  
*análisis multidimensional*, 171  
*antimicrobiano*, 143  
*antioxidante*, 143  
*aptitud productiva*, 221  
*aromatización con frutas*, 209  
*Azafrán*, 123  
*Aznalcóllar*, 83

## B

*bebidas alcohólicas aromatizadas*, 209  
*beneficios*, 201  
*bienestar*, 139, 185  
*bienestar animal*, 179, 201  
*Biocombustibles 2G*, 27  
*biodiversidad*, 61  
*biodiversidad de olmo montano*, 159  
*bradyrhizobia*, 101  
*Brassicaceae*, 233

## C

*cadena de valor*, 213  
*Cambio climático*, 37, 109  
*caprino*, 131  
*cargador frontal*, 193  
*cargadora telescópica*, 193  
*carne*, 189  
*cerda*, 11, 155

## Ch

*chayote*, 105

## C

*ciclo estral*, 11  
*cobalto*, 175  
*comercio internacional*, 213  
*competencia*, 61  
*composición corporal*, 167  
*conservación*, 15, 127, 159, 233  
*conservación in situ*, 49  
*contenido nulo en gluten*, 87  
*control automático*, 205  
*costes de producción*, 179

*crioconservación*, 163  
*cucurbitácea*, 105  
*cultivo in vitro*, 57

## D

*Desacoplamiento*, 31  
*desarrollo regional*, 225  
*despiece*, 189  
*Destilado*, 209  
*Directiva 1999/74*, 179  
*diseño asistido por ordenador*, 117  
*diversidad genética*, 49  
*droplet*, 163

## E

*ecológico*, 131  
*ecuación de beneficios*, 75  
*eficiencia energética*, 229  
*encuesta*, 91  
*Enología*, 197  
*enología de zonas cálidas*, 151  
*envejecimiento acelerado semillas*, 233  
*espacio de fase*, 237  
*especies herbáceas*, 61  
*especies silvestres*, 127  
*estrés*, 7  
*evaluación sensorial*, 71

## F

*fertilidad*, 167  
*fraude de miel*, 217  
*Frisona*, 41  
*fruta procesada*, 205  
*furfural*, 197

## G

*Galia*, 41  
*Gallegas*, 241  
*Ganadería y agricultura ecológica*, 201  
*gazapo*, 67  
*gestación*, 155  
*Glycine Max L.*, 37

## H

*harina de teff*, 87  
*hidroponía*, 123

## I

*in vitro*, 163  
*índice de refracción*, 217  
*Industrias de cereales*, 87



*Ingeniería Agronómica*, 113  
*inhibición*, 197  
*interacción universidad-sector productivo*, 91  
*inventario*, 135  
*ISOBUS*, 45  
*isoenzimas*, 159

## L

*laguna artificial*, 135  
*LED*, 123  
*longevidad semillas*, 127  
*Lupinus*, 101

## M

*mecanización agraria*, 53  
*Medio Ambiente*, 79  
*Mentha*, 15  
*meristemo*, 57  
*metales pesados*, 83  
*miel*, 217  
*Modellus*, 113  
*Monitor y Terminal Virtual*, 45  
*Morenas*, 241

## N

*Naciones Unidas*, 79  
*níquel*, 175  
*nodulación*, 101  
*normativa*, 139  
*Nutrición*, 147

## O

*ornitología*, 135  
*ovino*, 75, 221

## P

*PAC*, 31  
*Pago Único*, 31  
*paisaje*, 117  
*parto*, 155  
*pastos*, 23  
*Península Ibérica*, 109  
*planificación regional*, 225  
*porcino*, 97, 139  
*porcino Hispano-Chino*, 213  
*problemática*, 19  
*productores ecológicos*, 91  
*prolificidad*, 167  
*propilenglicol*, 67  
*proyecto de mejora*, 117  
*prueba hedónica*, 71

*Prunus dulcis*, 19

## R

*razas*, 221  
*reducción de grado alcohólico*, 151  
*regadío*, 229  
*reguladores de crecimiento*, 57  
*rendimiento*, 109  
*reproducción*, 11  
*Republica Popular de China*, 225  
*robot agrícola*, 53  
*Rubia Gallega*, 41

## S

*Saccharomyces cerevisiae*, 151  
*Sechium edule*, 105  
*Seguro indexado*, 23  
*sensor inteligente*, 237  
*sepiolita*, 97  
*SIG*, 15  
*Simbiosis*, 175  
*Simulaciones*, 113  
*sistemas de producción*, 131  
*sostenibilidad*, 27, 229  
*supervisión de procesos*, 205

## T

*textura*, 171  
*TIC*, 79  
*tilapia*, 7, 185  
*Tomografía*, 171  
*tractor*, 193  
*Trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss)*, 147

## U

*Ulmus glabra*, 49

## V

*vacuno*, 189  
*Vacuno*, 241  
*valor económico*, 75  
*vehículos autónomos*, 53  
*vertido*, 83  
*viabilidad*, 67  
*Vitamina C*, 147  
*vitamina E*, 185

## W

*willingness-to-pay*, 71



## Índice de autores

Abad, Ana .....	139	López, Marta .....	105
Ábalos, Diego.....	197	López, Melanie .....	61
Aguado, Fernando .....	67	López, Pablo .....	101
Amaro, Alexandra.....	83	Lossada, Alfonso.....	27
Araguz, Daniel .....	193	Martín, María .....	49
Araque, Vanessa.....	117	Martínez, Jose Antonio .....	27
Arenas, Sergio .....	185	Melado, Ángela .....	171
Arribas, Sara .....	221	Mira, Sara .....	127, 233
Báez, Karen.....	23	Molina, Marta .....	53
Barragán, Alba .....	11	Mora, Verónica.....	135
Bascuñana, Susana .....	159	Mújica, Alexandra.....	61
Benitez Javier .....	237	Naranjo, Nuria .....	241
Blanco, Ana.....	147	Pedrazuela, Miguel.....	155
Blázquez, Silvia .....	97	Peña, Sara.....	213
Braojos, Diego .....	53	Pérez, Aniela.....	135
Burruezo, Silvia.....	175	Pérez, Estela .....	201
Caballo, Juan José.....	241	Pérez, José Luis.....	241
Canalejo, Esther.....	139	Pérez, Ricardo.....	189
Carnevali, Chiara Francesca .....	131	Pérez, Sara.....	11, 189
Carrascosa, Marina.....	19	Pestaña, Trinidad.....	201
Castro, Marianela .....	123	Plaza, Ignacio .....	41
Celaya, Julia .....	53	Prieto-Mossi, Josefa .....	127
De la Mata, Elena .....	221	Rey, Dolores .....	109
De Paz, Raquel.....	41, 75	Rey, Elena .....	83
Decimavilla, Vanessa .....	155	Rodríguez, Isabel .....	19
Del Reino, Manuel.....	61	Rodríguez, María .....	167
Durán, David R.....	101	Romero, Carlos.....	113
Ezpeleta, Jesús Ignacio .....	87	Rubio, María Luisa .....	15
Fondevila, Guillermo .....	189	Ruiz, Jorge .....	31
Formoso-Rafferty, Nora .....	7	Sakr, Osama.....	67
Gallardo, Alba .....	143	Saldaña, Beatriz.....	179
García-Hierro, Javier.....	237	Sánchez, Beatriz .....	91
Garrido, Marta.....	209	Sangoi Dias da Costa, Gabriel.....	37
Garrido, Miguel .....	45	Santos, Manuel.....	131
Gómez, Sandra .....	209	Sanz, Lucía .....	179
Grafulla, Carmen .....	117	Sella, Luciana .....	131
Gutiérrez, Blanca .....	217	Somolinos, Susana.....	151
Herguedas, Miguel Ángel .....	229	Tabanera, Jaime .....	91
Hernández, Joany .....	11	Valiente, Víctor.....	139
Ji, Chen .....	213	Varela, Alicia .....	71
Jiménez, Heidi Tatiana .....	205	Vásquez, Lucena .....	7
Kremer, María Carolina .....	163	Vázquez, Guillermo .....	155
Laguna, Isidoro .....	57	Vejarano, Ricardo.....	197
Laguna, María José.....	217	Velasco, Beatriz .....	67
Lázaro-Gimeno, David .....	233	Vilches, Enrique .....	221
Loira, Iris .....	151	Xu, Jiannan .....	225
López, Isabel.....	171	Yáñez, Cristina .....	217
López, Javier .....	7, 185		
López, María.....	79		





## Índice de tutores

Alenda, Rafael .....	75	Iglesias, Eva .....	23, 27
Alvir, María R. ....	11, 155, 201, 221	Martín, Juan Pedro .....	49
Arce, Augusto .....	83	Martín, M <sup>a</sup> Carmen .....	57, 163
Bardají, Isabel .....	31	Martínez, Elvira .....	113
Barreiro, Pilar .....	45, 171, 237	Martínez, Juan Bautista .....	15, 19
Brito, Belen .....	175	Mendiola, M <sup>a</sup> Ángeles .....	19, 105
Briz, Julián .....	213	Molina, M <sup>a</sup> Asunción .....	91
Briz, Teresa .....	91	Morata, Antonio .....	143, 151, 197
Callejo, M <sup>a</sup> Jesús .....	87	Moreno, Santiago .....	61
Carbonell, M <sup>a</sup> Victoria .....	79	Moya, Adolfo .....	193
Casas, Raquel .....	117	Ovejero, Ismael .....	179
Chaya, Carolina .....	71	Pérez, Jesús .....	91
Conde, José Ramón .....	37	Pérez, Martina .....	147
De Felipe, Isabel .....	213	Rebollar, Pilar G. ....	67, 131, 167, 189
De la Torre, Daniel .....	61	Rey, Luis .....	101
Diezma, Belén .....	193, 205	Rico, M <sup>a</sup> Isabel .....	83
Draper, David .....	15	Rodríguez, Leonor .....	229
Durán, José María .....	123	Ruiz-Argüeso, Tomás .....	101
Escribano, Fernando .....	97	Sánchez-Yélamo, M <sup>a</sup> Dolores .....	159
Estrelles, Elena .....	127, 233	Sansegundo, Consuelo .....	57
García-García, Rosa M <sup>a</sup> .....	67	Soldevilla, Carlos .....	135
García-Rebollar, Paloma .....	97	Tesfaye, Wendu .....	209, 217
Garrido, Alberto .....	109	Valero, Constantino .....	45, 205
Gómez-Elvira, Miguel Ángel .....	117	Velasco, Ana .....	53
González-Benito, María Elena ..	127, 163, 233	Villamide, María Jesús .....	41, 139, 241
González-Recio Oscar .....	75	Villarroel, Morris .....	7, 171, 185
Hernández Díaz-Ambrona, Carlos. G .....	37	Yagüe, José Luis .....	225